

Pedagogiczna
Biblioteka Wojewódzka
w Białymstoku

10361

Biblioteka Pedagogiczna CEN
nr inw.: KG - 10361



BC KSK / 10361

Oprawił: A. Brahmink

„Wy, co wyższe niżać chcecie,
 Patrzcie, patrzcie!—Od kamienia
 Jak stopniami Pan przemienia
 Duchy stworzeń,—Zrazu senny
 Wszczętek życia, aż powoli
 Wydobędzie się z niewoli;
 — Walka trudna i trud boli —
 Lecz podnosi się kształt zmienny,
 Wreszcie przywian Duch z daleka
 Wdzięwa na się pierś człowieka.
 Głaz, kwiat, zwierzę śniły z cicha—
 On ku niebu pnie już głowę,
 Do aniołów pieśnią wzdycha
 Między gwiazdy eterowe!“
(Zygm. Krasiński. Psalm miłości).

POGADANKI O TAJEMNICACH PRZYRODY.

POGADANKI O TAJEMNICACH PRZYRODY

Część II
JAK ŻYJĄ ROŚLINY
jak się odżywiają, rosną, rozmnażają i poruszają.

(Kurs popularny morfologii i fizjologii roślin)

z 282 rysunkami w tekście

napisał

M. HEILPERN

WYDANIE 2-GIE, PRZEJRZANE I DOPEŁNIONE.

WARSZAWA
NAKŁADEM I DUKIEM M. ARCTA

DRUKARNIA M. ARCTA W WARSZAWIE, ORDYNACKA 3.

1 9 0 6



58

10361

Дозволено Цензурою.
Варшава, 3 Февраля 1906 года.

DO UCZĄCYCH.

Oddając w ręce czytelników niniejszą książkę, muszę na wstępie zaznaczyć, że jest ona przeznaczona dla młodzieży znacznie dojrzałszej od tej, którą miałem na myśli, pisząc I-ą część tego dziełka („Ogólne wiadomości o świecie“). Kierując się wskazówkami krytyki, która „Ogólne Wiadomości o świecie” przyjęła wogóle przychylnie, opracowałem wykład botaniki w tej formie, aby mógł on służyć nie tylko jako przewodnik dla nauczycieli, lecz i do czytania dla bardziej żądnych wiedzy uczniów, a także dla samouków. Sądzę, iż poprzednie dziełko dostatecznie wyjaśnia metodę wykładu, przyjętą w zamierzonych kursach nauk przyrodniczych; z tego powodu uwagi metodyczne, o ile były jeszcze potrzebne, podaję tu głównie tylko w pierwszych rozdziałach, nie przerywając niemi w następnych ciągu wykładu. Materiał faktyczny rozszerzyłem tak, aby nauczyciel mógł rozporządzać większym zasobem danych, zmniejszając go przy stosowaniu w praktyce odpowiednio do potrzeb. Każdy rozdział dostarcza w zasadzie treści do 2 lekcji; mając jednak tylko dwie godziny tygodniowo, w ciągu 8 miesięcy roku szkolnego, jak to bywa najczęściej, będzie musiał nauczyciel wykłady podane w dziełku znacznie skracać.

Sądzę, iż po ogólnych wiadomościach o świecie, jakich próbę starałem się przedstawić w poprzednim dziełku, należałoby przejść z dziećmi krótki, lecz systematyczny kurs fizyki i chemii (z naszych podręczników najbardziej, zdaniem mojem, nadają się po temu: „Wiadomości początkowe z fizyki“, Stan. Kramsztyka, „Początkowa nauka fizyki“ Wład. Natanson, lub z pominięciem kilku trudniejszych miejsc: „Pierwsze zasady fizyki“ D-r Elroy M. Avery, zwłaszcza ze względu na doskonałe a łatwe doświadczenia, oraz mała „Chemia“ Roscoe), a następnie obeznać uczniów ze światem roślinnym i zwierzęcym i zakończyć pierwszy cykl wykładu nauk przyrodniczych podaniem zasadniczych pojęć z fizjologii człowieka. W tej myśli, jako początkowy kurs botaniki, polecić można „Botanikę szkolną dla klas niższych“, prof. Józefa Rostafińskiego. Niniejsze dziełko stanowi już kurs wyższy, uwzględniający głównie fizjologię roślin, która w naszych podręcznikach jest prawie zupełnie pomijana. („Botanikę szkolną dla klas wyższych“ prof. Rostafińskiego, uważamy za dopełnienie kursu niniejszego). Jako podręcznik dla uczniów polecić możemy: „Podręcznik do nauki botaniki“ Maryi Aretówny i Wandy Grzegorzewskiej. Podręczniki botaniki opisowej mamy liczne i dla potrzeb naszych wystarczające, to też powiększać ich liczby nie miałem zamiaru. Celem moim było tylko, jak już zaznaczyłem, dostarczyć materiału nauczycielom i starszym uczniom do dopełnienia wiedzy swej w tej części nauki, która w podręcznikach naszych bywa zbyt mało lub wcale nie uwzględniana. Uważałem to za tem ważniejsze, iż zasady fizjologii roślin stanowią podstawę do rozumienia procesów życiowych zwierząt, do wykładu których po wykładzie botaniki przejść należy.

Jeżeli książka ta przyczyni się u nas do wzmożenia zamięłowania do nauk przyrodniczych, cel jej zostanie przez to osiągnięty.

1. Co to są ciała żywe i martwe? Różnica między zwierzętami i roślinami. Czem się zajmuje botanika?

Przystępujemy do nowej nauki, do nauki o roślinach, czyli botaniki, która jest częścią nauk przyrodniczych. W poprzednich latach przekonaaliśmy się już dostatecznie, jak ważne, pożyteczne i ciekawe są nauki przyrodnicze, dowiedzieliśmy się, czem one się zajmują, wiemy już, że wszystkie nauki przyrodnicze dążą do tego, aby wykryć przyczyny wszystkiego, co zachodzi we wszechświecie. W tym roku zajmiemy się tylko jedną częścią tych nauk, nauką dążącą do wykrycia przyczyny powodującej życie roślin. Przedmiot ten, którym zająć się mamy, jest bardzo ważny. Czy jest bowiem człowiek, któryby nie lubił roślin, któryby z przyjemnością nie napawał wzroku zielonością łąk i pól, któryby się nie rozkoszował wonią lasów i ogrodów, barwnością i zapachem kwiatów, któryby z zamięłowaniem nie pielęgnował roślin w domu, któryby ich z upragnieniem nie pożywał w każdym pustym miej-

scu? Czy znajdziemy gdziekolwiek piękniejszą ozdobę naszej siedziby nad te miłe oku istoty, czy znajdziemy gdziekolwiek większą różnorodność najpiękniejszych kształtów, barw i woni? Ale rośliny są nie tylko przyjemne, lecz zarazem niezbędne; wszakże ani człowiek ani zwierzę żyć bez nich nie może. Niezależnie jednak od tego ważną jest przedewszystkiem rzeczą wiedzieć, czem te istoty są, jakie prowadzą życie, czem jest to życie, tem bardziej, że zdaje się ono być innem aniżeli nasze.

Każdy odrazu widzi, że życie zwierząt jest podobne do naszego, bo zwierzęta tak samo oddychają, rosną, poruszają się, czują. Rośliny zdają się być nieruchome i nie czuć, nie widzimy aby oddychały, a domyślamy się tylko, że się muszą odżywiać. Tem ważniejszą jest przeto rzeczą poznać dokładnie jak i czem się odżywiają, tem ważniejszym jest poznać to odmienne od naszego życie. Spotkać jednak można bardzo wielu, nawet wykształconych ludzi, którzy niczego o roślinach powiedzieć nie umieją, którzy nie wiedzą zupełnie jak rośliny żyją, czem się żywią, czy oddychają, czy nie, którzy nie umieją nazwać najprostszych nawet roślin, na każdym kroku spotykanych, wymienić jaki użytek z nich mamy.

My już jednak wiemy nieco o roślinach z poprzedzającej części „Pogadanek“. Wiemy, że są to istoty żywe. Ale dla czego je nazywamy żywymi? ¹⁾

¹⁾ Wykład winien być zawsze prowadzony za pomocą pytań do uczniów zwracanych, o ile to jest tylko możebne. Na każde pytanie winni uczniowie sami odpowiedzieć;

Kamienie, metale, sole i wogóle ciała mineralne, czyli kopalne, nie żyją, gdyż się nie zmieniają; rośliny i zwierzęta podlegają ciągłym zmianom: rodzą się, rosną, odżywają się, oddychają, starzeją się, podlegają chorobom, umierają, gniją dalej po śmierci i t. d. Każda istota, ażeby żyć, musi się przedewszystkiem odżywiać, t. j. pobierać pożywienie i przetrawiać je na swoje własne ciało; bez odżywiania się nie może istnieć żadne ciało żywe. Minerale nie żywią się, rośliny i zwierzęta żywią się muszą. Ciało żywe jest to więc takie, które się żywi. Jest to najważniejsza różnica pomiędzy ciałami żywymi i martwymi.

Gdybyśmy rozpuścili w wodzie tyle soli kuchennej, ile się jej rozpuścić może, roztwór ten oczyścili precedziwszy go przez bibułę, do tego czystego roztworu wrzucili następnie jeszcze kawałek soli i odstawili naczynie z tym roztworem na kilka dni w miejsce ciepłe i spokojne, przekonaliśmy się, że wrzucony kawałek soli po kilku dniach powiększył się. Wygląda to tak, jakby sól, ciało mineralne rosło. W rzeczywistości jednak żaden minerał nie rośnie, choć powiększać się może; w miarę jak woda z roztworu wysycha, rozpuszczone w niej cząstki soli opadają na dno naczynia, lub przylegają do powierzchni kawałka soli wrzuconego do tego naczynia. Kawałek soli w roztworze powiększa się więc

nauzyciel tylko prostuje i uzupełnia odpowiedź. Aby nie przerywać ciągu wykładu, pomijamy w książce tej pytania i odpowiedzi, w przekonaniu, że pierwsza książeczka dostarcza dostatecznych wskazówek metodycznych do wykładu nauk przyrodniczych.

wskutek tego, że cząsteczki takiego samego jak on ciała (soli) przyczepiają się do jego powierzchni. Rośliny i zwierzęta w taki sposób nie rosną, powiększają się one nie wskutek przyczepiania się do powierzchni ich takich samych jak one ciał, lecz wskutek tego, że pobierają pokarm, niepodobny jeszcze do nich samych, wnikający do ich wnętrza i tam się dopiero przetwarzający w ich ciało. Rośliny więc i zwierzęta, czyli wszystkie ciała żywe, rosną od wnętrza, przez wnikanie; tylko to nazywamy wzrostem. Powiększanie się zaś minerałów, np. w roztworach, nie jest wzrostem przez wnikanie, lecz tylko przyleganiem do ciała takich samych cząstek.

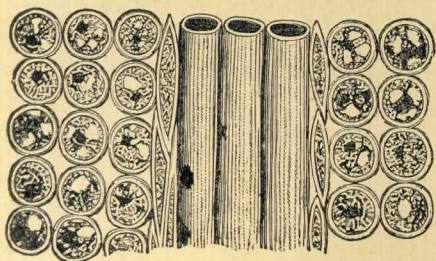
Kawałki soli, opadające z roztworu spokojnie stojącego, są zawsze foremne, mają kształt małych sześcianków, wiele innych minerałów także często przyjmuje postać zupełnie prawidłową i wyglądają tak, jak gdyby były ze wszystkich stron oszlifowane; takie foremne minerały nazywamy kryształami. Minerały mają wogóle albo postać zupełnie nieforemną albo są krystaliczne.

Ciała żywe, rośliny i zwierzęta mają zawsze powierzchnie zaokrąglone, rzadko są zupełnie bezkształtne lub ostrokańciaste, nigdy nie mają postaci zupełnie foremnej, krystalicznej, t. j. ograniczonej ze wszystkich stron dokoła ściankami płaskimi. Nie dość na tem, jeżeli rozbijemy kawałek kredy, soli, granitu, lub innego minerału na części, to każda część będzie podobna do całego minerału, będziemy ją również mogli nazwać kredą, solą, lub granitem, nie ma ona żadnego szczególnego przeznaczenia;

ale kawałek rośliny, np. liść lub korzeń, nie jest podobny do całej rośliny, kawałek zwierzęcia, np. głowa, łapa, żołądek, nie jest podobny do całego zwierzęcia. Rośliny i zwierzęta składają się zwykle z wielu różnych części, niepodobnych do całości. Część taka nie może być już nazwaną tak jak całość, np. żołądek lub serce nie można nazwać zwierzęciem, korzeń nie jest całą rośliną; gdy odejmemy od rośliny lub zwierzęcia część taką, niszczymy życie lub szkodzimy mu. Każda część ciała żywego wykonywa czynność odrębną, np. korzeń rośliny pobiera pokarm, żołądek służy zwierzęciu do trawienia i t. d. Każda taka część rośliny lub zwierzęcia, która wykonywa jakąś czynność, potrzebną do życia, nazywa się narządem lub organem. Rośliny więc i zwierzęta składają się z organów, czyli narządów i dla tego nazywają się ciałami organizowanymi, albo ustrojowymi, minerały zaś nazywamy ciałami nieorganizowanymi, albo nieustrojowymi, lub też wprost mineralnymi, albo kopalnymi.

Jeżeli rozpatrzmy jakikolwiek kawałek rośliny lub zwierzęcia, cienki kawałek liścia lub korzenia, kwiatu, łodygi czy owocu, przez bardzo silne powiększające szkła, czyli przez drobnovidz (mikroskop) zawsze wszędzie zobaczymy małe na wpół płynne, jakby galaretowate bryłki, często dokoła otoczone błoną, tak, że wyglądają jakby pęcherzyki, lub jak oczka siatki, albo banieczki piane, wypełnione gęstym płynem. Każda roślina, każde zwierzę składa się z niezliczonego mnóstwa takich bryłek, czy pęcherzyków ściśle do siebie przylegają-

cych, lub też jest samo taką drobną niewidzialną gołem okiem pojedynczą bryłką. Te bryłki czy pęcherzyki, złożone głównie z gęstego płynu, podobnego do białka jaja kurzego, nazywamy komórkami; mogą one być różnego kształtu, kuliste, walcowate, czworograniaste, czy inne. Zobaczymy je wszędzie, w każdej najmniejszej części ciała; w niektórych tylko miejscach rośliny czy zwierzęcia zobaczymy jeszcze wazkie, podłużne rurki, czyli naczynia, któremi



rys. 1.

zwykle przepływają soki odżywcze.

Ciało roślin i zwierząt składa się więc z komórek i naczyń (rys. 1); w za-

dnym mineralie nie znajdziemy nigdy ani komórek, ani naczyń. Oprócz tego, każda komórka jest jakby osobnem ciałem żywym, gdyż się odżywia, powiększa się, czyli rośnie, a wskutek tego rośnie całe ciało zwierzęcia, czy rośliny.

Każda istota żywa rośnie tylko do pewnego czasu, gdy dojrzeje, wzrost jej ustaje; za to wydaje ona z siebie inne, podobne do niej, choć drobne istoty, które żywiąc się i rosnąc, stają się takimi samymi ciałami, jak te, z których powstały, t. j. istoty żywe rozmnażają się. Minerale nigdy nie wydają z siebie istot do siebie podobnych, czyli nie rozmnażają się. To, co przez rozmnażanie powstanie

np. z fijołka, będzie także fijołkiem, przejmie na siebie wszystkie jego własności; to co się wyradza z drzewa wiśni przyjmuje na siebie wszystkie własności wiśni i staje się z czasem takim samem drzewem wiśniowem. Istoty żywe przejmują, czyli odziedziczają wszystkie własności tej istoty, z której powstały. Własność tę nazywamy dziedzicznością; dziedziczność jest także właściwą tylko istotom żywym. Roślina jednak czy zwierzę, nie zawsze jednakowo wygląda i żyje; w ciemności np. rośliny żyją gorzej, są blade i szczuplejsze, aniżeli na świetle, w latach gorących i wilgotnych wydają bujniej liście, aniżeli w latach chłodnych; roślina, a tak samo i zwierzę może więc nieco zmieniać swe cechy; własność tę nazywamy zmiennością.

Jeżeli jednak trzymamy roślinę zieloną w zupełnej ciemności przez czas długi, wówczas roślina zginie zupełnie; tak samo zginie z braku wilgoci, jeżeli ten brak trwać będzie długo, zginie również, jeżeli ją wystawimy na zbyt silne gorąco lub zbyt silne zimno. Istoty żywe żyć mogą tylko w pewnych warunkach i są jak widzimy, od nich zależne. Minerale także mogą się nieco zmieniać pod wpływem zewnętrznych warunków, np. granit na powietrzu wietrzeje powoli i rozpada się, sól w wodzie rozpuszcza się, żelazo w wilgoci rdzewieje, od ciepła rozszerza się lub topi, od zimna się kurczy, lapis na świetle czernieje i t. d.; ale minerały nigdy nie zmieniają się tak silnie jak ciała żywe, zmieniają tylko czasowo swoją postać, mogą wnet znów do niej wrócić i wskutek zmiany warunków nie giną, podczas gdy rośliny i zwierzęta istnieć mogą tylko

Powiedzieliśmy poprzednio, że wszystkie istoty żywe, zarówno rośliny jak zwierzęta, odżywają się, lecz czy wszystkie odżywają się jednakowo? Pomyślcie, czem żywią się ludzie i zwierzęta? Mięsem innych zwierząt, roślinami, a więc jednym słowem ciałami żywymi lub pochodzącymi z ciał żywych; powiadamy krótko, że człowiek i zwierzęta żywią się ciałami organicznymi, i pod tym względem wyjątku żadnego niema, bo żadne zwierzę nie mogłoby się karmić wyłącznie ciałami mineralnymi; z mineralnych ciał używamy jedynie wody i soli kuchennej, ale te dwa ciała nie stanowią przecież właściwie pożywienia. Mniej przeto nas dziwi, że ludzie i zwierzęta są istotnie istotami ustrojowymi, żyjącymi, skoro tylko takimi się żywią, skoro ich ciało powstaje i rośnie wskutek tego, że pobiera i przetrawia ciała organiczne, ciała żywe, lub takie, które niedawno jeszcze żyły.

Inna rzecz jednak zachodzi z roślinami. Rośliny nie spożywają ani mięsa, ani chleba, ani owoców, rośliny nie żywią się ciałami organicznymi, lecz tylko tem, co znajdują w ziemi, w wodzie i w powietrzu, a więc tylko ciałami mineralnymi. Z ziemi bowiem, jak zobaczymy później, pobierają one tylko wodę wraz z solami mineralnymi, które w tej wodzie rozpuściły się z ziemi; z powietrza zaś wchłaniają gaz, zwany kwasem węglowym, który, jak wiecie, ludzie i zwierzęta oddychając wydzielają, t. j. wydychają z siebie. Choć więc roślina jest ciałem żywym, organicznym, lecz tworzy się z ciał mineralnych, martwych. Najważniejsza różnica pomiędzy zwierzętami i roślinami polega

właśnie na tym różnym sposobie ich odżywiania się. Niektóre tylko rośliny, o czem później mówić będziemy, mogą żywić się tak jak zwierzęta, ciałami organicznymi.

Trzecia jeszcze różnica pomiędzy zwierzętami i roślinami polega na tem, że zwierzęta rodzą się odrazu z wszystkimi organami, a następnie te organy tylko rosną, coraz lepiej się rozwijają, wykształcają i powiększają, lecz nowe już nie przybywają; u roślin zaś zwykle przez całe życie wyrastają coraz to nowe narządy, coraz to nowe gałązki, z dawniejszych gałęzi, czy z łodygi, a na nich coraz to nowe liście, których przedtem wcale nie było; tak samo wyrastają ciągle nowe korzonki, a w pewnym czasie zjawiają się na roślinach kwiaty, potem owoce i nasiona, których przez długi czas przedtem roślina wcale nie miała, lub też inne narządy, choć i pod tym względem znajdziemy u zwierząt i roślin pewne wyjątki.

Wreszcie, choć zarówno rośliny jak zwierzęta złożone są zawsze z komórek, to jednak komórki roślinne odznaczają się tem, że są otoczone wokół błoną odgraniczającą jedną komórkę od drugiej; komórki zwierzęce złożone są tylko z nagich galaretowatych bryłek nieotoczonych żadną błoną.

Streśmy teraz różnice zachodzące pomiędzy własnościami roślin i zwierząt.

WŁASNOŚCI CIAŁ ŻYWYCH

roślinnych:

Żywią się ciałami mineralnymi.
 Wydają do końca życia coraz
 nowe narządy.
 Złożone są z komórek obło-
 nionych.
 Nie posiadają uczucia i nie po-
 ruszają się z miejsca.

zwierzęcych:

Żywią się ciałami organicznymi
 Odrazu wytwarzają wszystkie
 organy.
 Złożone są z komórek nagich.
 Czują i przenoszą się z miej-
 sca na miejsce.

Ale nie zapominajmy, że to nie każda roślina zawsze mieć musi wszystkie własności roślinne. Jak powiedzieliśmy, są rośliny, żywiące się jak zwierzęta, ciałami organicznymi, są rośliny poruszające się również jak zwierzęta i wrażliwe na dotknięcie, światło, czy inne czynniki. Roślina może więc nie mieć pewnych cech roślinnych i posiadać za to niektóre cechy zwierzęce, lecz każde ciało żywe, posiadające więcej cech roślinnych aniżeli zwierzęcych, należy zaliczyć do roślin. Zwłaszcza drobne istoty trudno pod tym względem odróżnić. Istnieje mianowicie mnóstwo tak drobnych istot, że ich wcale bez pomocy szkła silnie powiększających dostrzedz nie można. Trudno bardzo pomiędzy nimi odróżnić, które są roślinami, a które zwierzętami, gdyż najczęściej nie mają żadnych narządów. Niektóre z nich są zielone, odżywiają się ciałami mineralnymi, mają komórki obłonione, przeto powiadamy, że są to niewątpliwie drobne rośliny, choć nawet niektóre z nich poruszają się i są bardzo wrażliwe. Są pomiędzy nimi jednak i takie, które odżywiają się

tak jak zwierzęta, nie są zielone i poruszają się, ale są obłonione i powstały z innych, niegdyś zielonych roślin.

Możnaby przeto powiedzieć, że rośliną jest każda istota żywa, posiadająca więcej cech roślinnych, aniżeli zwierzęcych, lub która niewątpliwie z roślin powstała. Widzimy z tego, że zupełnie wyraźnej i pewnej granicy, zwłaszcza w świecie istot drobnych, pomiędzy roślinami a zwierzętami nie ma. Między większymi jednak, widocznymi dla nieuzbrojonego oka roślinami i zwierzętami, posiadającymi liczne organy, różnice są tak wyraźne, że je bez trudu poznajemy. Widzimy też z tego, że pomiędzy różnymi roślinami istnieje wielka różnorodność pod względem postaci, wielkości, budowy, sposobu życia i t. d.

Nauka o roślinach, czyli botanika, jest właśnie nauką o postaci, budowie i życiu roślin, o tem, w jaki sposób rośliny powstały, jak się rodzą i rozwijają, jak się żywią, rosną i zachowują, jakie zachodzą pomiędzy nimi różnice i podobieństwa, jakie korzyści mogą mieć z nich ludzie i t. d. Nie wszystko jeszcze nauka ta potrafiła zbadać, ale ciągle dąży do tego, aby zrozumieć, jakie przyczyny i prawa rządzą życiem i rozwojem roślin; im więcej ludzi nauką tą się zajmuje, im więcej dostrzegają oddzielnych faktów, im więcej wyjaśnionych zostaje pojedynczych zjawisk w życiu roślin, tem bardziej zbliżamy się powoli do tego celu, do którego nauka dąży.

Odpowiedzcie w krótkich zdaniach piśmiennie na następujące pytania: 1. Co to jest Botanika? 2. Co to jest

roślina? 3. Dlaczego rośliny nazywamy ciałami żywymi? 4. Czem się głównie różnią ciała żyjące od mineralnych? (pomieścić tu już objaśnioną i ułożoną tabliczkę). 5. Dla czego nazywamy rośliny i zwierzęta ciałami organizowanymi? 6. Co to jest organ czyli narząd? 7. Czem się głównie różni większa część roślin od zwierząt? (pomieścić tu drugą tabliczkę). 8. Jak wyglądają komórki, gdzie i jakim sposobem zobaczyć je można?¹⁾

II. Znaczenie botaniki. Rośliny pożyteczne i szkodliwe.

Ważne jest przedewszystkiem pytanie, do czego nasza nauka służyć może, czy warto się nią zajmować? Starajmy się zawsze zdawać sobie sprawę z tego, w jakim celu się czegoś uczymy lub czemś się zajmujemy i nie róbmy niczego bez celu. Nauka, którą się zajmujemy tylko z obowiązku, nie widząc w niej pożytku dla siebie, która nie pobudza naszej ciekawości, jest bezpożyteczną; lepiej poświęcić czas

¹⁾ Każdy wykład lub niewielką ilość wykładów, stanowiących pewną całość, winien nauczyciel bezwarunkowo streszczać w pytaniach, na które uczniowie odpowiadają na następnej lekcji w domu, piśmiennie z pamięci i z zapisek zrobionych na lekcji. W ten sposób nabyte wiadomości utrwalają się w pamięci uczniów, systematyzują się i tworzą szkielet kursu, mogącego służyć do powtórzeń. Baczcie jednak należy, aby odpowiedzi były krótkie, wyraźne i dotyczyły tylko najważniejszych cech, bez zbytnich opisów,

na co innego. Wprawdzie, już z góry powiedzieć można, że każda nauka, która uczy poznawać to, co nas otacza, jest zawsze bardzo pożyteczną i ważną, bo każdy człowiek rozumny winien zawsze dążyć do dokładnego poznania i zrozumienia wszystkiego, co wokoło siebie widzi, winien starać się zrozumieć, czym jest świat cały, który go otacza, wśród którego żyje, od którego jest ciągle zależny, winien dążyć do poznania przyczyn tego wszystkiego, co dookoła niego się dzieje. I botanika przeto, jako nauka, dająca nam poznać przedmioty znajdujące się wszędzie dokoła nas i to przedmioty tak liczne i rozmaite, a tak ciekawe jak rośliny, jest nauką ważną i zajmującą.

Atoli każda nauka ma jeszcze swój cel odrębny.

Widzieliśmy, że rośliny różnią się tem od innych istot, że żywią się ciałami mineralnymi; ich ciało przeto, choć żywe, tworzy się z ciał martwych, a więc w roślinie tylko dojrzeć można, w jaki sposób powstać może życie t. j. ciała żyjące z ciał martwych. Wszystkie ciała zdolne do życia powstają tylko w roślinach, a z roślin przechodzą dopiero do zwierząt, ale powstawać, t. j. tworzyć się mogą one

np. 1. Botanika jest to nauka o roślinach. 2. Roślina jest to istota żywa, odżywiająca się ciałami mineralnymi, lub z takiej wytworzona. 3. Roślinę nazywamy ciałem żywym dla tego, że się odżywia, i t. d. Uczący się z tej książki bez pomocy nauczyciela winni sobie również każdy rozdział w taki krótki sposób streszczać. Powyżej podaliśmy pytania tylko dla przykładu, jak je układać należy, nadal dla zaoszczędzenia miejsca wskazówki pedagogiczne pominąć musimy.

tylko w roślinach. Bez roślin przeto nie mogłyby istnieć ani zwierzęta, ani ludzie, żadne istoty żywe; życie całe jest przedewszystkiem od roślin zależne. A przynajmy, że jest to bardzo ciekawą rzeczą wiedzieć, czym jest życie, jakim sposobem, gdzie i dlaczego ono powstaje. To wszystko należy właśnie do botaniki; widzimy przeto, że jest to nauka istotnie bardzo ważna.

Atoli i życie roślin jest samo przez się ciekawe. Bo czy nie zajmującą rzeczą jest wiedzieć, jakim sposobem rośliny się żywią, jakim sposobem pobierają pożywienie, skoro nie mają tak jak my np. ani rąk do chwytania pokarmu, ani ust do rozdrabniania go i połykania, ani żołądka do trawienia, skoro nie mają żadnych otworów, któreby ten pokarm mógł do rośliny przenikać? Czy nie ważną jest rzeczą wiedzieć, jaki to jest właściwie pokarm, co się z nim w roślinie staje, lub dlaczego roślina rośnie, czy ona oddycha, sypia, czuje, choruje, tak jak my, czy też nie? Albo czym są np. kwiaty i owoce, czy one tylko dla uprzyjemnienia naszego bytu służą i dla naszej korzyści, czy roślina nie mogłaby się bez nich obejść? Czem są liście i do czego roślinie służą. Dla czego nasionko włożone w ziemię kiełkuje, a schowane w szufladzie lub w szafie, pozostaje wiecznie martwe, dla czego, jakim sposobem z małego nasionka wyrosnąć może wielkie drzewo, ogromna roślina z korzeniami, pnem, gałęziami, liśćmi, kwiatami, owocami i dlaczego ta roślina wydaje znów takie same nasiona? Dla czego jedne rośliny są podobniejsze do siebie, a inne tak bardzo się różnią? Czy te wszystkie pytania nie są nadzwyczaj

ważne i czy każdy rozumny i wykształcony człowiek nie powinien interesować się nimi i umieć na nie odpowiedzieć?

Ale, jak każda nauka, tak i botanika służy nie tylko do zaspokojenia właściwej człowiekowi żądzy wiedzy, nietylko oświeca nasz umysł, rozszerza nasze pojęcia i ułatwia zrozumienie otaczającej nas przyrody, a tem samem i zrozumienie ponieka siebie samego, lecz dostarcza nam jeszcze korzyść materialnej, bo uczy jak z nabytych wiadomości korzystać, aby z roślin mieć dla siebie pożytek.

Z roślin mamy i mieć możemy jeszcze ogromną korzyści, bo nietylko że bez roślin, które są pokarmem dla zwierząt i ludzi, nie byłoby na ziemi żadnych istot żywych, lecz rośliny są jeszcze nadzwyczaj pożyteczne przez to, że pochłaniają z powietrza ów gaz, zwany kwasem węglowym, który ciągle wydziela się ze wszystkich ciał palących się, oddychających i gnijących i nagromadzając się w większych ilościach zatrulby powietrze, jest to bowiem gaz dla ludzi i zwierząt szkodliwy. Dzięki roślinom, mamy w ich sąsiedztwie czyste, zdrowe powietrze.

Prócz tego z roślin mamy wiele innych użytków, dostarczają one nam materiału na odzież, mieszkania, opał, lekarstwa i rozmaite inne wyroby, służą też do upiększania naszych mieszkań i siedzib, a więc do uprzyjemnienia nam bytu. Dość spojrzeć dokoła siebie, aby się przekonać, że większą część przedmiotów, sprzęty i meble, drzwi, ramy okienne, podłogi, tablice, papier, książki, obsadki do piórn i ołówków, korki, bielizna, chleb, napoje i mnóstwo innych wyrobów rąk ludzkich zawdzięczamy roślinom.

Wprawdzie jest też wiele roślin szkodliwych, ale też właśnie dla tego należy tem bardziej jeszcze z roślinami się obeznać, aby z jednej strony umieć korzystać z pożytecznych, umieć je uprawiać, rozpoznawać i przerabiać na swój użytek, a z drugiej strony strzedz się i unikać szkodliwych. Jest to już uboczny cel botaniki. Nauka zajmująca się tylko roślinami pożytecznymi dla ludzi i użytkami jakich one dostarczają, ucząca te rośliny uprawiać i wydobywać z nich jak największe korzyści, nazywa się botaniką stosowaną; rolnictwo, leśnictwo, ogrodnictwo, sadownictwo i t. p., są częściami botaniki stosowanej.

Wyliczymy pokrótce tylko najważniejsze użytki z roślin. Jak wiadomo, rośliny dostarczają nam pokarmów, przypraw do nich, paszę dla bydła, odzież, budowle, sprzęty gospodarskie, meble i narzędzia, opał, światliwo, leki, różne przedmioty codziennego użytku. Pokarmów dostarczają przedewszystkiem nasiona zbóż: pszenicy, żyta, jęczmienia, prosa, kukurydzy, gryki i t. p., z których mamy chleb, kasze i t. d., nasiona grochu, bobu, fasoli, dalej kartofle i t. d. Przyprawy do pokarmów mamy z różnych warzyw, np. kapusty, kalarepy, kalafiorów, sałaty, szczawiu, szpinaku, pietruszki, marchwi, rzepy, buraków, rzodkwi, dalej z rozmaitych owoców i nasion, np. z jabłek, gruszek, śliw, wisien, moreli, brzoskwiń, pomarańczy, melonów, dyni, orzechów, migdałów, jagód rozmaitych i wielu innych roślin, między innemi z grzybów jadalnych, np. pieczarek, rydzów, trufl i t. d.; a i takie przyprawy, jak ocet, oliwa, pieprz i t. p. również roślinom zawdzięczamy, jakoteż i drożdże, bez których nie byłoby przecież ani chleba, ani piwa, ani wina; również z roślin otrzymujemy i cukier, bez którego trudno byłoby się nam już obejść. Napoje takie jak herbata, kawa, kakao, czekolada, wino, piwo, wódka, jabłecznik i t. d. również z ro-

ślin pochodzą; te napoje, zarówno jak cukier i inne przedmioty, do których tak przywykliśmy, że trudno nieraz odmówić ich sobie, choć ostatecznie obejśćby się bez nich bez szkody dla zdrowia można było, nazywamy wogóle używkami. Paszę znów dla zwierząt mamy z takich roślin, jak koniczyna, owies i mnóstwo różnych traw. Odzież wyrabia się ze lnu, konopi, bawełny, pokrzywy i innych. Na sprzęty, meble, budowle używamy drzew różnych, zwłaszcza sosnowego, dębowego, jesionowego, gruszkowego, hebanowego i t. d. zarówno jak i na opał, na który głównie używają sosnę i brzozę. Olej, oliwę do oświetlania, a także wiele przedmiotów codziennego użytku, np. krochmal, gumę, kauczuk, smoły, żywice, kalafonię, kamforę, różne farby, olejki pachnące na perfumy, korki, korę do garbowania skór, słomę i t. d. otrzymujemy z roślin, jak również papier, kosze, miotły, wyściółkę do materaców, mebli, rogożę i t. p.

Rośliny są też tem pożyteczne, że niektóre (np. wierzby, brzozy) utrwalają grunty sypkie, piaszczyste, zwłaszcza wydmy przybrzeżne, chronią te grunty od podmywania przez wodę, od znoszenia przez wiatry i z czasem zamieniają je w ziemię orną. Niektóre rośliny, żywiące się nie tak, jak wszystkie inne rośliny, ciałami mineralnemi, lecz gnijącemi organicznemi, t. j. gnijącemi w ziemi zwierzętami i roślinami, są także bardzo pożyteczne, bo oczyszczają ziemię z ciał gnijących, któreby się bez nich nagromadzały ciągle w coraz większej ilości i zanieczyszczałyby powierzchnię ziemi.

Mówiliśmy już przedtem, że inne rośliny, odżywiające się ciałami mineralnemi, oczyszczają i powietrze z niezdrowego kwasu węglowego.

Jeden z najważniejszych użytków, jaki mamy z roślin, stanowi to, że wyrabiamy z nich bardzo wiele leków; do roślin lekarskich należą przedewszystkiem rumianek, mięta, cytryna, lipa („kwiat lipowy”), len („siemię lniane”), kleszczowina czyli rącznik, inaczej rycinusem zwany (olej rącznikowy czyli rycinowy), rabarbar, ślaz, drzewo chinowe, mak, z którego mamy morfinę, opium i inne leki.

Do roślin użytecznych zaliczyć wreszcie można rośliny ozdobne, upiększające nasze ogrody i mieszkania.

A teraz wyliczmy jeszcze ważniejsze rośliny szkodliwe. Naprzód rośnie często między zbożem i innymi roślinami uprawianymi wiele roślin niepożytecznych (perz, kąkol, blawatki, wyka, mak polny, czosnek, wiele traw i t. p.), które same nie są szkodliwe, ale zabierają dla siebie pokarm z ziemi i tem przeszkadzają rosnąć należycie roślinom pożytecznym; takie szkodniki nazywamy wogóle chwastami; znajdują się pomiędzy niemi i takie, których nasiona są trujące (np. kąkol), a więc mogą się z ziarnami zbóż do młynów i z mąką do chleba dostać, i przy spożyciu spowodować chorobę, należy przeto zboże od tych chwastów oczyszczać. Dalej jest wiele roślin jadowitych, np. wilcza jagoda, bielun, szalej, tytuń i wiele innych, zwłaszcza zaś wiele grzybów jadowitych, np. muchomory, których należy bardzo się wystrzegać.

Niech was nie dziwi, że tytuń zaliczamy do roślin trujących, choć wiele ludzi ciągle go używa; do każdej trucizny można powoli i stopniowo przywyknąć, lecz nigdy bez straty dla zdrowia. Zobaczcie jak pierwszy wypalony papieros zawsze pobudza do silnych wymiotów i sprowadza ból głowy. Takie skutki powoduje każda trucizna, zażyta w małej ilości; tytuń zawiera silną truciznę zwaną „nikotyną”; zdrowie ludzkie musi dużo przed tem uciepieć, zanim powoli do tej trucizny przywyknie. A jaką z tego zwycięstwa nad trucizną mamy korzyść? Często ludzie świadomie, choć bezmyślnie, przymuszają się do spożywania lub zażywania rzeczy szkodliwych, do trucia się tytuńmi, wódką i t. p., wmawiając w siebie lub udając, że znajdują w tem przyjemność, a potem tak do trucizny przywykają, że nie mogą się już bez niej obejść. Takie silne przyzwyczajenie nazywa się „nałogiem”. Strzeżmy się nałogów, jeżeli dbamy o swe zdrowie i chcemy być istotami rozsądnymi!

Ale wróćmy do roślin szkodliwych. Prócz chwastów i roślin jadowitych szkodliwymi są t. zw. pasorzyty roślinne, t. j. rośliny wyrastające na innych roślinach lub

na zwierzętach i wyciągające z nich soki pożywne. Tak np. często pewnie widzieliście hubę lub inny grzyb rosnący na drzewie, które wyniszcza; takimi samymi pasorzytami są różne inne grzyby, wyrastające na żywych roślinach, czasami bardzo drobne, jak np. rdza, śnieć i t. p., niszczące zboża nasze¹⁾. Istnieje jeszcze mnóstwo innych drobnych, niewidzialnych gołym okiem istot, zwanych bakteriami, a także nieco większych pleśni, które są bardzo prostej budowy grzybkami, powodującemi różne choroby u roślin, zwierząt i ludzi. Takie drobne istoty żyją w każdej, zwłaszcza stojącej wodzie, w błotach, w powietrzu, opadając potem z powietrza wraz z kurzem na meble i inne sprzęty; znaleźć je można wszędzie na różnych, leżących pokarmach, na odzieży i t. d., ale dostrzedz się dają tylko przy pomocy silnego drobnowidza, a gdy dostaną się przez ranę do krwi naszej lub do wnętrza ciała, wówczas niektóre z nich spowodować mogą w ciele naszym choroby. Dla tego nazywamy je istotami chorobotwórczemi. Przekonano się, że bardzo wiele chorób i to najważniejszych, takie jak tyfus, ospa, suchoty, róża, ropienie ran i wiele innych, zwłaszcza zakaźnych (zaraźliwych), pochodzą tylko z tych istot. Gdy to poznano, zrozumiano zarazem, że najlepszym środkiem uchronienia się od wielu chorób jest wystrzeganie się nieczystych napojów i pokarmów, zwłaszcza zaś nieczystej lub nieprzetworzonej wody i utrzymywanie tak ciała swego, jak i wszystkiego, z czem się spotykamy, odzieży, mieszkań, sprzętów i wszystkich innych przedmiotów, w jak największej czystości. Widzicie, jak dobre poznanie jakiejś rzeczy zaraz wskazuje, jak z niej dla siebie korzyść wyciągnąć. Strzeżmy się wszelkiej nieczystości!

¹⁾ Wyraz „pasorzyt” pochodzi od starodawnego wyrazu polskiego „rzyto”, co znaczyło brzuch, tak, że „pasorzyt” znaczy tyle, co pasibrzuch.

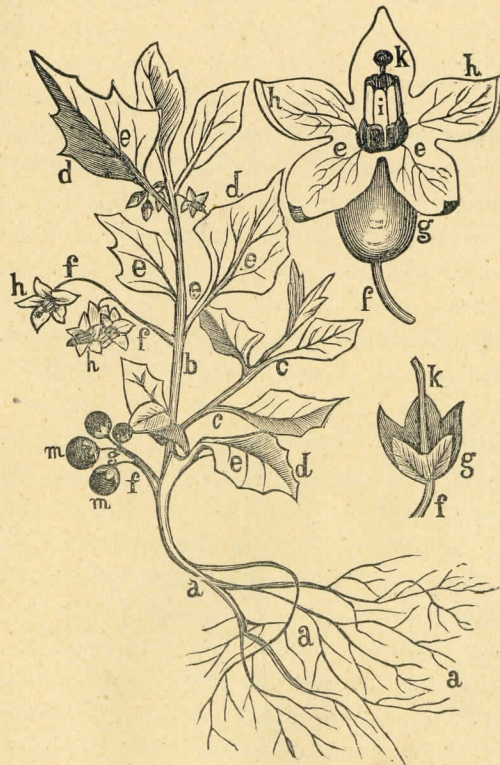
III. Główne narządy roślin.

Musimy się teraz obeznać dokładniej choćby z kilkoma tylko roślinami, aby zobaczyć, jak są zbudowane i z jakich części są złożone.

Weźcie jakąkolwiek roślinę, ale całą, z korzeniem, kwiatem i owocem ¹⁾ i wyliczcie wszystkie odrębne części, jakie w tej roślinie widzimy. Widzimy w niej korzeń, łodygę, gałązki, liście, kwiaty, owoce. Pamiętajcie, że takie odrębne części nazywają się narządami albo organami. Przypatrzcie się naprzód korzeniowi i opiszcie jak wygląda. Przedewszystkiem widzimy, że korzeń składa się z podłużnych nitkowatych organów (rys. 2, *a*), że jest to więc jakby zbiór wielu pojedynczych organów, podobnych do

¹⁾ Należy mieć okaz typowej rośliny z rozgałęzionym korzeniem, liśćmi i wyraźnymi kwiatami, a jeżeli można i owocami na tej samej roślinie. Można wziąć roślinę ogrodową, lub pielęgnowaną po mieszkaniach, np. lak, goździk, pierwiosnek chiński (t. zw. „primulkę”), które można bardzo tanio dostać u ogrodników, zważać jednak należy, aby kwiaty były nie pełne, t. j. miały tylko 4 lub 5 płatków. Lepiej wziąć roślinę dziko rosnącą. Ponieważ lekcyja ta wypadnie na początku roku szkolnego, t. j. we wrześniu, trudno będzie o roślinę typową polną, znaleźć będzie można jednak jaskier, jasnotę, poziomnik, glistewnik i niektóre inne, a po trawnikach w ogrodach przy zaroślach psiankę czarnojagodną, która choć ma drobne kwiaty, nieźle się do wykładu nadaje, na niej też wykład poniższy opieramy. Prócz tego należy mieć jakąś trawę z korzeniem. Na łąkach i polach jednak, po rowach i zaroślach znaleźć jeszcze można wiele typowych i ciekawych roślin, przyczem należy zwrócić też uwagę uczniów na rośliny niższe, zwłaszcza wodorosty, porosty i mchy.

siebie, które od innych organów rośliny, np. od łodygi, liści i t. d. różnią się przedewszystkiem tem że nie są nigdy zielone, podczas gdy łodyga jest zielona, przynajmniej za młodu, a liście zawsze są zielone; dalej, że są włókniste, rosną ku dołowi i zrastają się z ziemią, która po wyrwaniu korzenia silnie jeszcze doń przylega, podczas gdy inne organy wyrastają ponad ziemię, otoczone są powietrzem, są,



rys. 2.

przynajmniej w pewnym czasie, zielone, wyrastają zawsze z łodygi lub gałązki, ale nigdy z korzenia i rosną ku górze. Widzimy przeto, że wszystkie te nadziemne narządy mają wiele cech wspólnych. Można powiedzieć, że cała roślina składa się

z dwóch głównych skupień organów: z organów korzeniowych i z organów łodygowych.

Przypatrzcie się teraz korzeniowi naszej rośliny i zauważcie, że pomiędzy wieloma jego narządami, czyli pomiędzy wieloma oddzielnymi korzonkami, z których się składa, jest jeden grubszy, środkowy, stanowiący, jakby przedłużenie łodygi, z niego dopiero wyrastają z boków inne, cieńsze, a z nich jeszcze cieńsze i t. d. Jest to jakby jeden korzeń, rozgałęziający się coraz bardziej; taki korzeń nazywamy korzeniem rozgałęzionym; w roślinach taki najczęściej spotykamy. Wyrwijcie z korzeniem jakąś trawę, zboże, lub lilię, przekonacie się, że i te rośliny posiadają korzeń złożony z wielu nitkowatych korzonków, ale pomiędzy niemi niema jednego, z któregooby one wszystkie wychodziły; każdy korzonek oddzielnie wyrasta z podstawy łodygi, a wszystkie stanowią jakby zbiór, wiązkę osobnych korzonków, nie złączonych z sobą. Taki korzeń nazywamy korzeniem wiązkowatym. Wszystkie korzenie u roślin bywają zwykle albo rozgałęzione, albo wiązkowate.

Łodyga stanowi jakby środkową oś całej rośliny, bo na niej osadzone są dokoła wszystkie inne narządy. Prawie zawsze jest ona kształtu walcowatego; w niektórych jednak roślinach bywa trójgraniasta, lub czworograniasta, albo nawet wielograniasta, tak że cała jest z boków przyplaszczona i otoczona, jakby płaskimi ściankami. Tak jest i w naszej roślinie (psiance czarnej; lepiej to widać jeszcze w jasnocie, mięcie, poziewniku i t. d.). Niekiedy jak np. w drzewach, łodyga jest bardzo gruba i twar-

da, drzewiasta, w ziołach znów cienka i giętka, zielna; niekiedy dorasta ogromnej wysokości. W niektórych roślinach, np. w trawach siedzą liście, kwiaty i inne narządy wprost na łodydze, w innych łodyga się rozgałęzia, t. j. wydaje z boków podobne do siebie, cieńsze łodyżki, które są bocznymi osiami (osi drugiego rzędu), czyli gałęziami, a te wydają z siebie znów podobne boczne osie (osie 3-go rzędu), czyli gałązki, z których tak samo znów wyrastają jeszcze cieńsze gałązeczki i t. d., a dopiero na tych odgałęzieniach siedzą inne narządy, liście, kwiaty i t. d.

Opiszcie jak wygląda łodyga naszej rośliny, jakiego jest kształtu, czy jest drzewiasta, czy zielna, rozgałęziona, czy nie.

A teraz opiszcie, jak wygląda liść? Jak widziacie, jest to narząd zielony, cienki, ale szeroki i płaski, wyrastający z osi głównej lub bocznej, jak wszystkie narządy łodygowe. Przypatrzcie się, że liść siedzi na osobnej gałązeczce, z którą stanowi jedną całość, bo ta gałązeczka słabiej jest złączona z łodygą czy gałązką, z której wyrasta, aniżeli z liściem, dla tego tę gałązeczkę zaliczamy także do liścia i nazywamy ją ogonkiem liścia (rys. 2 *c*), a szeroką część liścia nazywamy blaszką (rys. 2, *d*). W miejscu, gdzie ogonek wyrasta z łodygi czy gałązki rośliny, jest on często tak rozszerzony, że albo w całości albo w części obejmuje łodygę; to rozszerzenie nazywamy pochewką.

Najważniejszą częścią liścia jest blaszka, co zaś do ogonka i pochewki, to tych u wielu roślin wcale nie znajdujemy; taki liść bezogonkowy, złożony tylko

z blaszki siedzącej na łodydze czy gałązce, nazywamy liściem siedzącym.

Najczęściej liść złożony jest tylko z blaszki i ogonka bez pochwki, w niektórych jednak roślinach pochwki są bardzo obszerne; przypatrzcie się liściom trawy, złożonym tylko z blaszki i pochwki, obejmującej całą łodygę, bez ogonka. Widzicie zarazem, że i blaszka u różnych roślin ma rozmaitą postać, np. w trawach jest wązka z brzegiem całym u innych roślin szeroka z brzegiem całym lub rozmaicie wciętym, o czym później obszerniej mówić będziemy. Przypatrzcie się dalej, że ogonek nie kończy się tam, gdzie się on łączy z blaszką, lecz wchodzi w samą blaszkę i w niej się rozgałęzia, tworząc jakby żyłki, rozchodzące się po całej blaszce, które nazywamy nerwami (*e*), choć nie mają one nic wspólnego z tem, co nazywamy tem mianem u ludzi i zwierząt. Zobaczcie, że wzdłuż liścia trawy także przebiegają nerwy, każdy jednak przechodzi oddzielnie prawie równolegle do innych, tak, że niema tam środkowego nerwu, z któregooby wszystkie inne dopiero wychodziły.

Opiszcie jeszcze raz dokładnie jak wygląda liść naszej rośliny.

Teraz obeznajmy się z najciekawszym narządem rośliny, kwiatem. Tak jak liść na ogonku, tak i kwiat osadzony jest zwykle na osobnej cienkiej gałązeczce, którą nazywamy szypułką (rys. 2, *f*). Z wierzchołka szypułki, czyli z dna kwiatowego wyrasta kilka małych, wązkiech, zielonych listków, które nazywamy działkami (rys. 2, *g*); jest to pierwsza najbardziej zewnętrzna część kwiatu. Tych

działek bywa rozmaita ilość, w jednych roślinach np. w róży dzikiej, w poziomce, w goździkach i t. d., jest ich stale 5, w innych znów zawsze 4 lub tylko 2 i t. d. W niektórych roślinach są one dokoła z sobą zrosnięte bądź na całej długości, bądź tylko u dołu, w innych znów mogą być zupełnie wolne, weale z sobą nie zrosłe. Wszystkie te działki razem wzięte, nazywamy *kielichem*.

Opiszcie jak wygląda kielich w naszej roślinie, z ilu i jakich działek jest on złożony, czy działki są zrosłe, czy nie, jakiej są barwy. Tak we wszystkich prawie roślinach ta pierwsza część kwiatu, t. j. kielich, wyróżnia się od innych części swą barwą zieloną.

Po za kielichem widzimy drugą część kwiatu, zwaną koroną, jest to zwykle najokazalsza część kwiatu, która u rozmaitych roślin bywa różnej barwy: białej, żółtej, czerwonej, niebieskiej i t. d., ale nigdy prawie zielonej. Ta część również składa się z osobnych listków (rys. 2, *h*), zwanych *płatkami*. W kwiatkach jednych roślin, np. róży dzikiej, poziomki, goździka i t. d. jest tych płatków stale 5; w laku, lewkonii, gorczycy i t. d. jest ich znów zawsze 4; w innych znów roślinach stale inna ilość, o ile sztuka ogrodnicza ich nie zmieni. Płatki również bywają u różnych roślin albo zrosłe z sobą, albo wolne.

Opiszcie jak wygląda korona naszej rośliny.

Po za koroną, dalej w głąb kwiatu, widzimy jeszcze kilka organów nitkowatych; wyglądają one jakby niteczki, zakończone główkami, lub jak szpileczki; nazywamy je *pręcikami* (rys. 2, *i*). Pręcik każdy złożony jest z cienkiej długiej części czyli

nitki i siedzącej na niej główki, którą nazywamy pylnikiem; pylnik jest najczęściej podzielony na 2 komory. Pylnikiem nazywamy tę część pręcika dla tego, że się w nim mieści pyłek, złożony z drobnych ziarn, które gdy pręcik dojrzeje, wysypują się z pylnika pękającego w tym czasie. Tak więc każdy pręcik składa się z niteczki, pylnika i pyłku zawartego w pylniku. W róży, laku, goździkach, azalii i wielu innych roślinach, łatwo zobaczyć te długie nitki z pylnikami, w niektórych jednak roślinach nitki przyrastają do płatków korony, tak, że widać tylko same prawie pylniki na krótkich niteczkach siedzące na płatkach. W różnych roślinach znajdziemy w kwiecie różną ilość pręcików, ale wszystkie podobne do siebie zupełnie rośliny mają zawsze jednakową ilość pręcików. I pręciki mogą być bądź wolne, bądź zrosłe z sobą nitkami, albo tylko pylnikami. Zobaczmy ile i jakie pręciki ma nasza roślina.

Rozchylmy jeszcze pręciki i zobaczmy, że wewnątrz kwiatu znajduje się jeszcze jedna, czwarta i ostatnia część kwiatu, także podłużna i cienka, ale u dołu szersza, a ku górze zwężona, tak, że ma zwykle kształt buteleczki; jest to słupek (rys. 2, *k* w powiększeniu). W niektórych roślinach znajdziemy tylko jeden, w innych kilka albo i kilkanaście słupków wolnych, lub zrosłych z sobą, ale zawsze siedzą one w samym środku kwiatu i otoczone są pręcikami, te zaś otoczone są płatkami korony, które znów otoczone są działkami kielicha.

Opiszcie ile i jakie słupki ma nasza roślina.

Widzimy, że kwiat nie jest już tak prostym na-

rzędem, jak np. łądoga lub liść, jest to organ złożony z 4-ech różnych części: kielicha, korony, pręcików i słupków, a każda z tych części składa się jeszcze z oddzielnych organów. W niektórych roślinach nie znajdziemy kielicha i korony, lecz tylko pręciki i słupki, bo one są najważniejszymi częściami kwiatu. Kwiat, jak wiecie, nie jest tak stałym narządem jak np. korzeń, lub łądoga, bo bez tych organów roślina wcale istniećby nie mogła, podczas, gdy bez kwiatu istnieje ona długo, zanim on się na niej zjawi. Po pewnym czasie kwiat znów ginie, ale roślina istnieje dalej. Gdy kwiat ginie, czyli okwita, wówczas wszystkie jego części, kielich, korona i pręciki więdną i opadają, ale słupek pozostaje; czasami pozostaje i kielich.

Po okwitnięciu kwiatu słupek dalej się rozrasta coraz bardziej i zamienia się w nowy organ: owoc (rys. 2, *m*). Owoc zawsze tylko ze słupka powstaje, nigdy sam bez kwiatu wyrosnąć nie może, jak to się niektórym ludziom wydaje. Widzimy przeto, że kwiat nie dla ozdoby służy; jest to ważny dla rośliny narząd, bo bez niego nie byłoby owocu; w owocu zaś znajdują się zawsze ziarenka, czyli nasiona, które są również dla roślin ważne. Bez kwiatu nie byłoby i nasion.

Odetnijmy wszystkie części kwiatu i pozostawmy tylko słupek, żebyśmy mogli lepiej mu się przypatrzeć; przetnijmy ostrym nożykiem słupek w poprzek lub wzdłuż, a zobaczymy, że w słupku znajdują się drobne białe ziarna, które nazywamy zalążkami. Z tych właśnie zalążków wytwarzają się nasiona, gdy słupek zamienia się w owoc. Ale żeby

się to stać mogło, musi naprzód pyłek z pręcików paść na słupek, wnikać wewnątrz, dorosnąć aż do zalążków i zlać się z nimi. Jak to się wszystko dzieje, opowiemy później. Dopiero, gdy zalążki zleją się z pyłkiem pręcików, może z nich powstać nasienie; w przeciwnym razie zalążki giną i nasion nie wytwarzają. Zalążek, złączony się z pyłkiem, poczyną się rozrastać i zamieniać w nasienie, a jednocześnie cały słupek rozrasta się i tworzy owoc, z wyjątkiem górnej, ważkiej części słupka, która zwykle opada. Wówczas dopiero i pręciki, i korona i kielich również opadają, pozostaje tylko tworzący się owoc i zawarte w nim nasiona. Dla tego to właśnie nasiona są ukryte w owocu, że się wytworzyły z zalążków, które siedziały w słupku. W botanice nazywamy owocem każdy narząd, nawet bardzo drobne suche ziarenka, jeżeli tylko ten organ powstał ze słupka kwiatu wskutek złączenia się zalążków z pyłkiem i rozrośnięcia się.

Przypatrzymy się owocom naszej rośliny, które zwykle można znaleźć na jednej roślinie razem z kwiatami i liśćmi. Są one czarne, kuliste, przy nich widać jeszcze 5 drobnych listków: jest to kielich, który nie opadł; tak samo często pewnie zauważyliście, że i przy poziomkach znajdują się listki, bo i tam kielich pozostaje. Tu, gdzie widzimy owoc, były przedtem kwiaty, które się w te owoce zmieniły. Przetnijmy owoc, zobaczymy w nim ziarenka, które są nasionami. Wiemy, że gdy nasienie padnie na ziemię czarną, wilgotną, poczyną w dni ciepłe kiełkować i powoli wyrasta w roślinę, zupełnie podobną do tej, z jakiej to nasienie pochodzi. W ten

sposób rośliny nie giną i ciągle się odradzają, nasienie stanowi więc dla rośliny organ bardzo ważny.

W naszej roślinie nasiona są bardzo drobne, trudno je rozpatrzeć. Żeby się więc lepiej z nasionami obeznac, weźmy ziarenko grochu lub fasoli i włóżmy je na kilka godzin do letniej wody, aby trochę napęczniało. Wówczas łatwo z niego zdjąć skórkę i zobaczyć, że wewnątrz nasienie składa się z dwóch połówek, pomiędzy którymi siedzi już gotowa drobna roślinka, czyli zarodek, mający już drobnutki korzonek, łodyżkę i na końcu pączuszek złożony z maleńkich listków. W tych zaś dwóch dużych połowach, otaczających zarodek, nagromadzony jest pokarm, z którego zarodek czerpać będzie z początku, gdy nasienie do wilgotnej ziemi włożymy, zanim wyrośnie należyty korzeń i liście, którymi już dalej młoda roślinka sama pożywienie pobierać będzie.

Te dwie połówki nazywamy *liścieniami*; w miarę jak zarodek wysysa z nich będzie pokarm, stawać się one będą coraz szczuplejsze i wreszcie zginą, ale zarodek tymczasem rozrośnie się, wytworzy korzeń, który wrośnie w ziemię, łodyżka się wydłuży, a pączuszek zarodka wypuści dwa zielone liście, które dalej rosnać będą do pewnego czasu; pomiędzy nimi kryć się będzie znów mały pączek, który z czasem dalej wyrośnie, przedłużając łodyżkę i wypuszczając z boków coraz nowe liście. W kątach tych liści t. j. w miejscu, z którego liść wyrasta nad samą nasadą ogonka, wytwarzają się na łodydze znów pączki, które po pewnym czasie wydłużają się i rozwijają, tworząc gałązki i liście na nich.

W ten sam sposób z tych gałązek z kątów liści wyrastają boczne gałązeczki z nowymi liśćmi; niektóre pączki na nich rozwijają się w kwiaty, z których potem tworzą się owoce i nasiona. Tak kielkuje nasienie i rozrasta się powoli w dojrzałą roślinę.

Wszystkie narządy nadziemne, jak widzimy, powstają w jednakowy sposób z pączków, w których środku znajduje się króciutka oś, otoczona łuszczykami; gdy pączek się rozwija, jego oś wydłuża się w łodygę, lub gałązkę, a z bocznych łusek powstają liście lub części kwiatu. Wszystkie przeto nadziemne części rośliny są nie tylko z tych względów, o których poprzednio mówiliśmy, podobne do siebie, lecz i z tego, że wszystkie w jednakowy sposób z jednakowych zaczątków powstają, wszystkie są tylko różnie potem rozwijającymi się częściami jednej całości i dla tego tem słuszniej należy je uważać za pokrewne sobie; wiemy, że wszystkie nadziemne narządy stanowią jedno skupienie, jeden system organów łodygowych.

Tak samo jak nasienie grochu, czy fasoli, kielkują też nasiona wielu innych roślin, a ponieważ te rośliny mają w nasieniu po 2 liścienie, nazywamy je przeto roślinami dwuliściennymi. Nasiona wielu innych roślin mają znów tylko jeden liścień; nazywamy takie rośliny jednoliściennymi. Iglaste znów rośliny wydają nasiona z kilkoma liścieniami. Takich wieloliściennych roślin jest wogóle nie wiele, z naszych roślin należą do nich tylko iglaste. Znacznie więcej jest jednoliściennych, które bardzo łatwo odróżnić od dwuliściennych, (których jest najwięcej), nie mając nawet nasienia, bo jedno-

liścienne mają zwykle liście wąskie, całobrzegie, t. j. nie wcięte, bez ogonków, w blaszce przebiegają nerwy równoległe prawie przy sobie, jak to widzieliśmy w liściach traw, podczas gdy liście roślin dwuliściennych są zwykle szerokie, z ogonkami i rozgałęziającymi się rozmaicie nerwami, tak, że spojrzawszy tylko na liść, poznać można, czy należy on do rośliny jedno-, — czy też dwuliściennej.

Łodyga jednoliściennych jest zwykle nie rozgałęzioną, korzeń zawsze wiązkowaty, kwiaty nie otoczone podwójną okrywą, złożoną z kielicha i korony, lecz tylko pojedynczym okwiatem, składającym się zwykle z 3 płatków, albo 2 razy 3, t. j. 6 płatków, tak samo pręcików 3 lub 6, i słupków 3, zwykle zrosłych z sobą, tak, że w ich kwiecie powtarza się ciągle liczba 3; dwuliścienne zaś mają działek w kielichu i płatków w koronie najczęściej po 4 lub 5, pręcików zaś i słupków rozmaitą ilość, ale prawie nigdy po 3.

Nasienie jednoliściennych ma, jak powiedzieliśmy, tylko jeden liścień; gdy takie nasienie kielkuje, wypuszcza ono nad ziemię tylko jeden liść zwinięty w rurkę, z której potem wyrasta łodyga z drugim, wyższym liściem, również zwiniętym, a potem z niego tak samo wyżej jeszcze 3-ci liść i t. d.; stopniowo listki te się rozwijają, okrywając łodygę, na której siedzą; odrazu zaś dwóch liści nad ziemię nasienie jednoliściennych roślin nie wypuszcza. Można to łatwo zobaczyć przypatrując się, jak kielkuje ziarno jakiegoś zboża, lub trawy, albo lilii, tulipanu, hijacyntu, jak kielkuje daktyl, lub nasienie innej palmy, bo te wszystkie rośliny są jednoliścienne.

ne, t. j. mają w nasieniu jeden liścień, pozostający z początku w ziemi, potem ginący, gdy z zarodka nasienia wyrośnie na dół korzeń wiązkwatą, a w górę jeden liść z początku zwinięty.

Wszystko to później lepiej poznamy. Wiemy już jednak pewnie, że niektóre rośliny, np. grzyby, mchy, paprocie i t. p. nie mają nigdy kwiatów, a więc nie wydają ani owoców, ani nasion; oprócz więc tych roślin jedno — dwu — i wieloliściennych, o których mówiliśmy, są i rośliny bezliścienne, czyli bezkwiatowe.

Powiedzcie teraz, jaką będzie nasza roślina, którą opisaliśmy, liścienna, czy, nie, jedno — dwu — czy wieloliścienna? Powtórzcie wszystko, cośmy mówili o narządach roślin. Roślina, którą dziś najlepiej poznaliśmy, nazywa się psianką czarnojagodną (*Solanum niger*).

Zadanie 1. Znajdźcie jakąś roślinę polną, lub łąkową z wyraźnym, kwiatem i opiszcie ją dokładnie. Opiszcie gdzie, w jakim miejscu ją znaleźliście, na polu, łące, nad wodą, lub rowem, pod płotem, czy na otwartym miejscu, na jakim gruncie, piasczystym, czy rodzajnym, w jakiej miejscowości, w jakim czasie? Czy jest to roślina drzewiasta, czy zielna, jakiej wielkości? Wyliczcie wszystkie jej organy i opiszcie, jaki ma korzeń, jakiej postaci łodygę, rozgałęzioną czy nie, jakie liście, z ogonkiem i pochewką, czy bez, jakiego kształtu blaszkę, szeroką, wężką, czy całobrzegą, jak się rozchodzą w blaszce nerwy? Z ilu i jakich części złożony jest kwiat? Ile działek w kielichu i płatków w koronie? Czy płatki są wolne, czy zrosłe? Ile pręcików i słupków? Jakiego kształtu jest owoc? Czy jest to roślina jednoliścienna, czy dwuliścienna?

Zadanie 2. Włóżcie do doniczki z ziemią ziarno jakiegoś zboża (pszenicy, żyta, jęczmienia lub owsa) i ziarno

grochu, bobu lub fasoli (lub też pomarańczy, cytryny, jabłka i t. p.), zlećcie je dobrze wodą, następnie polewajcie co kilka dni, nie trzymając doniczki w zbyt chłodnym miejscu; zauważcie, co po kilku tygodniach wyrośnie z tych dwu nasion nad powierzchnię ziemi. To, co wyrośnie, pielęgnujcie dalej, przyda się to nam w swoim czasie.

IV. Osobnik, gatunek, rodzaj, rodzina; układnictwo. Rośliny zaczątkowe i typowe.

Poznaliśmy psiankę czarnojagodną; takich samych zupełnie psianek czarnojagodnych jest na świecie bardzo dużo, wszędzie one w naszym klimacie rosną w wielkiej ilości. Każda taka psianka czarnojagodna, oddzielnie wzięta, tak samo jak każda inna oddzielna roślina, jak i każde pojedyncze zwierzę, nazywa się osobnikiem. Wszystkie psianki czarnojagodne są zupełnie do siebie podobne, mają jednakowy korzeń, jednakowe łodyżki i gałązki, jednakowe liście, kwiaty, owoce i nasiona. Co najwyżej jedna z nich może być trochę większa, inna nieco mniejsza, jedne mogą mieć trochę bardziej rozgałęziony korzeń, lub o kilka listków więcej, lub mniej, lecz kształt korzenia, postać liści lub innych narządów są u wszystkich tych roślin jednakowe. Inne rośliny mniej lub więcej różnią się już od tych. Z tego powodu wszystkie psianki czarnojagodne stanowią jeden *gatunek roślin*. Tak samo np. wszystkie fijołki pachnące stanowią znów gatu-

nek; wszystkie konwalije są znów odrębnym gatunkiem; szparagi, kartofle, pomidory i t. d. tworzą każdy oddzielny gatunek. Tak zawsze wszystkie osobniki zupełnie do siebie podobne, t. j. mające wszystkie organy tego samego kształtu i z tej samej liczby części złożone, stanowią razem gatunek. To więc, co mówimy o jednej jakiejś roślinie, dotyczy i całego gatunku. Z nasienia psianki czarnojagodnej może wykiełkować również tylko psianka czarnojagodna, z nasienia fijołka pachnącego — tylko fijołek pachnący, czyli że z nasienia każdej rośliny może powstać tylko roślina tegoż samego gatunku; gatunek więc jest to zbiór wszystkich roślin, tak podobnych do siebie, jak gdyby pochodziły z nasion tegoż samego osobnika.

Niektóre gatunki roślin są bardziej podobne do siebie, aniżeli do innych gatunków roślin. Pewnieście np. nieraz widzieli rosnące kartofle; są one większe, rozłożystsze od naszej psianki czarnojagodnej, mają grube podziemne części, których używamy na pokarm, czyli t. zw. bulwy, jakich psianka czarnojagodna nie posiada, mają też innego kształtu liście, ale kwiaty i owoce kartofla są zupełnie podobne do kwiatów i owoców psianki czarnojagodnej, tylko że są większe. Kwiaty kartofla są również osadzone na zielonych szypułkach, mają kielich tak samo złożony z pięciu działek zielonych, zrosłych u spodu z sobą, koronę złożoną z pięciu białych płatków, także zrosłych z sobą i podobnych do płatków psianki czarnojagodnej z postaci, choć większych, dalej pięć pręcików o krótkich nitkach, gdyż nitki przyrosły do płatków, jak w naszej psiance,

lecz o długich żółtych pylnikach, a pomiędzy niemi zielonawy słupek zupełnie jak w psiance czarnojagodnej.

Po zlaniu się zalążków w słupku z pyłkiem pręcików i okwitnięciu kwiatu, wytwarza się ze słupka owoc kulisty, mięsisty, jak w naszej psiance, ale większy i nie czarny, lecz zielony, a przy nim pozostaje 5 listków kielicha, jak w psiance; w owocu znajdują się nasiona także jak i w psiance. Z tego powodu roślinę tę nazywamy w botanice także psianką; powiadamy więc nie wprost kartofel, lecz psianka kartofel, aby przypomnieć, że jest do psianki podobną.

Po zaroślach i wilgotnych miejscach znaleźć znów można inną psiankę, o wysokiej bardzo lecz wiotkiej łodydze, która ma znów inne liście, aniżeli psianka czarnojagodna i psianka kartofel, lecz kwiaty i owoce podobne. Wprawdzie koronę w kwiecie ma fioletową, a owoce podługne i czerwone, lecz kwiaty nie o wiele większe od kwiatów psianki czarnojagodnej, są tak samo złożone z 5-ciu działek kielicha, zrosniętych u dołu z sobą, z 5-ciu zrosłych przy podstawie płatków (fioletowych), z 5-ciu pręcików o długich żółtych pylnikach, i z 1-go słupka, a czerwony jadowity owoc, okryty o spodu nieopadającym kielichem, jest tak samo, jak w psiance czarnojagodnej i w psiance kartoflu mięsistą jagódką, słodkawą z początku w smaku, lecz potem pozostawiającą w ustach gorycz. Z tego powodu roślinę tą nazwano psianką słodkogórz.

Jest jeszcze kilka innych podobnych roślin. Wszystkie te więc gatunki, wszystkie te psianki są

tem do siebie podobne, że mają jednakowej budowy kwiaty i owoce, z jednakowych złożone części: kwiaty ich mają jednakową ilość działek w kielichu, zrosniętych, jednakową ilość płatków w koronie, również zrosłych z sobą, jednakową ilość pręcików podobnych, których nitki przyrośły do płatków, a żółte długie pylniki przylegają do siebie, tworząc jakby rurkę, przez którą wystaje słupek jednakowej we wszystkich tych roślinach budowy i postaci; owoce tych roślin, zawsze mięsiste z drobnymi dwuliściennymi nasionkami, okryte pozostającym kielichem, są także do siebie podobne.

Wszystkie gatunki roślin, mające jednakowe kwiaty i owoce, stanowią razem jeden rodzaj roślin; wszystkie więc psianki: psianka czarnojagodna, psianka kartofel, psianka słodkogórz i t. d. należą w botanice do jednego rodzaju. Dlatego to każdy gatunek nosi w botanice nazwę, złożoną z dwu wyrazów; pierwszy wyraz oznacza do jakiego rodzaju należy roślina, o której mówimy (np. psianka), drugi oznacza gatunek (np. czarnojagodna, dla odróżnienia, że nie mówimy o kartoflu lub innej psiance), na podobieństwo tego, jak np. każdy człowiek nosi nazwisko rodzinne i własne swoje imię. Barwa kwiatu lub owocu stanowi cechę podrzędną, na którą przy oznaczeniu rodzaju nie zwracamy szczególnej uwagi.

Niektóre rodzaje roślin są znów do siebie podobniejsze, aniżeli do innych rodzajów; tak np. tytuń, którego różne gatunki w różnych rosną miejscowościach, stanowi rodzaj roślin na pozór niepodobny do rodzaju psianki, gdyż nie tylko ma inne liście, lecz nawet kwiaty i owoce nie podobne do kwiatów

i owoców psianki. Kwiat tytuniu ma jednak kielich złożony z pięciu zielonych, u podstawy zrosłych działek, koronę złożoną także z pięciu płatków, jak u psianek, lecz płatki dłuższe, na całej prawie długości zrosłe, tak, że tworzą długą rurkę, rozchodzącą się tylko u wierzchołka na pięć ząbków; dalej ma pięć pręcików, niepodobnych do pręcików psianki i jeden słupek; owoce zaś są zupełnie inne, gdyż już nie mięsiste, lecz suche i pękające na dwie połowki, jakby strąki, ale krótkie i okrągławe.

Tak samo inne zupełnie owoce mają lulek, bieleń (rosnące u nas chwasty z trującymi owocami i nasionami) i kilka innych rodzajów, które jednak wszystkie, tak samo jak tytuń i psianka, mają kwiaty choć na pozór różne od kwiatów psianki, lecz zawsze złożone z 5-ciu zrosłych działek w kielichu, z pięciu zrosniętych płatków w koronie, z pięciu pręcików, których nitki są zawsze krótkie, gdyż zrosły się z koroną, i pozornie jednego słupka (w rzeczywistości jest w tych wszystkich rodzajach słupków zawsze 2 lub więcej, lecz wszystkie zrosłe w jeden); a co jest również ciekawem, że owoce, choć zupełnie różne (gdyż jeden z tych rodzajów ma owoce mięsiste, jak jagódki, inny suche i pękające i t. d.), to jednakże owoce wszystkich tych rodzajów są zawsze wewnątrz rozdzielone jakby na 2 części (w niektórych rodzajach na 5), a nasiona podobne do siebie osobno w każdej części owocu skupione.

Wszystkie takie rodzaje, mające kwiaty choć z kształtu, wielkości i barwy różne, lecz jednakowo złożone i pewne jednakowe cechy w owocach, choć na pozór zupełnie do siebie niepodobnych, stanowią

razem jedną większą grupę roślin, którą nazywamy rodziną. (Owoce roślin należących do jednej rodziny mają zwykle pewne cechy podobne, gdyż powstają ze słupków podobnych kwiatów). Tak np. rodzaj psianka, rodzaj tytuń, rodzaj bielun, dalej rodzaj wileczajagoda czyli belladona, pomidor, petunia i kilka innych jeszcze rodzajów stanowią razem jedną rodzinę, bo mają pewne wspólne cechy w kwiecie, t. j., części kwiatu w jednakowej ilości, jednakowo ułożone i jednakowo złączone, a także wspólne cechy w owocu. Tę rodzinę nazywamy rodziną roślin psiankowatych, gdyż wszystkie należące tu rodzaje przypominają składem kwiatu i owocu psiankę; tak zwykle nadajemy całej rodzinie nazwę od jednego liczniejszego lub ważniejszego jakiegoś rodzaju, do niej należącego.

Jak widzimy, nieprzyjemna to jest bardzo rodzina tych psiankowatych, wszystkie jej bowiem gatunki, z wyjątkiem poniekąd kartofla i pomidora zawierają w liściach i owocach truciznę; to też i wyglądem swoim nie nęcą one wcale, gdyż wszystkie mają nieprzyjemną brudno-zieloną barwę liści.

W ten sposób opierając się na tych lub innych cechach, wyszukując ważniejsze cechy podobne wśród różnych roślin, można wszystkie na świecie rośliny zgrupować w gatunki, gatunki w rodzaje, a rodzaje w rodziny.

Rodziny, w których możemy dostrzedz niektóre cechy podobne (zwraca się tu wciąż uwagę na kwiat, owoc i nasienie), zbieramy znowu w większe grupy, mianowicie w rzędy, podobne do siebie rzędy ze-

stawiamy w szeregi, szeregi znów mające jakieś wspólne cechy zestawiamy razem w klasy, tak samo dalej klasy w gromady i t. d. w grupy coraz większe, obejmujące coraz więcej roślin, aż nareszcie obejmiemy wszystkie rośliny w jedno **królestwo roślin**, które z drugim **królestwem zwierząt** stanowi jeden wielki dział istot żyjących. Rozumie się, że im większe są grupy, tem coraz więcej się różnią; wszystkie rośliny, czyli osobniki stanowiące jeden gatunek są prawie zupełnie do siebie podobne pod każdym względem, we wszystkich cechach; różne gatunki, stanowiące jeden rodzaj, bardziej się już różnią; pomiędzy rodzajami należącymi do jednej rodziny znajdziemy już więcej różnic; rodziny znów różnią się pomiędzy sobą jeszcze bardziej i t. d.

Bez takiego grupowania byłoby bardzo trudno rozpatrzyć się w całej ogromnej ilości najrozmaitszych roślin, rosnących na ziemi, rozpatrzyć i poznać ich własności, kształty i budowę. Takie zestawienie podobnych do siebie roślin w grupy, lub jak to nazywamy układnictwo czyli klasyfikacja roślin ułatwia porównywanie różnych roślin z sobą, ułatwia zapamiętanie wielu cech i wielu gatunków roślin i zarazem służy za dowód, że rośliny pomimo całej swej różnorodności mają jednak wiele cech podobnych, i że niektóre z nich są bardziej podobne, jakby bardziej spokrewnione z sobą, aniżeli z innymi.

Te rośliny, które dotąd trochę lepiej poznaliśmy, mają wszystkie najważniejsze narządy: korzeń, łodygę, liście, kwiaty, a co za tem idzie: owoce i nasio-

na, gdyż wszystkie rośliny, mające kwiaty, wydają, jak wiemy, i owoce, a przynajmniej nasiona.

Ale jak już wspomnieliśmy, nie wszystkie rośliny mają wszystkie te narządy; niektórym roślinom brak to jednego, to kilku, to nawet wszystkich tych organów. Wiemy przecież, że nie wszystkie rośliny wydają np. kwiat, bo paprocie, mchy, grzyby i niektóre inne nigdy kwiatu nie wydają, a tem samem nie mogą też wydać owoców, ani nasion. Rośliny te natomiast wytwarzają drobne ziarna, zwane zarodnikami, które w odpowiednich warunkach mogą kiełkować i wyrosnąć w taką samą roślinę, z jakiej powstały. Te zarodniki, choć kiełkują jak nasiona, nasionami jednak nie są, bo naprzód nasienie wytwarza się przecież z zalążków, gdy one zleją się z zawartością pyłku, te zaś bezkwiatowe rośliny nie mają zalążków ani pyłku, zarodniki więc nie powstają tak jak nasiona; dalej nasienie jest organem bardzo złożonym, bo jest otoczone skórka, wewnątrz posiada liścienie i już gotową małą nierozwiniętą roślinkę z zaczątkiem korzenia, łodygi i liści, czyli razem zarodek, a często i inne części; zarodniki zaś tego wszystkiego nie mają i są tylko pojedynczą bryłką białkowatego płynu, otoczoną dokoła błoną, czyli pojedynczą roślinną komórką; dla tego też nazywamy je inaczej. Jakim sposobem rośliny nie mające kwiatu, jak np. paprocie, mchy, grzyby i niektóre inne wytwarzają te zarodniki i jakim sposobem zarodniki te kiełkują, o tem będziemy mówili później, teraz pokrótce tylko wymienimy te rośliny.

Paprocie, a także niektóre inne rośliny, mianowicie skrzypy (nie wielkie zielne rośliny, przypo-

minające trochę małe sosenki, a rosnące po polach, nad rowami, w błotach, i mające twarde, bo skrzemieniałe i wskutek tego skrzypiące przy pocieraniu ich o siebie łodygi, wewnątrz puste, rozgałęzione, lecz bez liści), i widłaki (przypominające trochę mchy, ze względu na drobne i gęsto skupione listki, które jednak siedzą na łodydze znacznie dłuższej i grubszej, leżącej na ziemi po lasach i wypuszczające prawdziwe korzenie; widłakami ozdabiają często baby wielkanocne i t. p.) — mają wszystkie narządy: korzeń, łodygę, liście, z wyjątkiem tylko kwiatu a więc i owoców i nasion). Mchy znów nie tylko kwiatu, lecz nawet korzenia należytego nie mają, gdyż zamiast korzenia posiadają tylko krótkie i cienkie włoski; listki osadzone na cienkiej łodyżce, także są, jak wiemy, drobne. Grzyby zupełnie nie mają ani korzeni, ani kwiatów, ani owoców i nasion.

Są wreszcie rośliny jeszcze prostszej budowy, nie mające zupełnie prawie żadnych organów. W naszych wodach np., zwłaszcza stojących, w stawach, jeziorach, a nawet bagnach lub wodach wolno bieżących, strumykach i rzekach, zobaczyć można latem długie zielone nici, dochodzące czasem do dwóch łokci długości i skupione zwykle razem po kilkanaście, kilkadziesiąt i więcej, przyczepione jednym końcem do kamienia lub innych podwodnych przedmiotów, albo też swobodnie pływające, unoszone prądem strumienia lub rzeki. Każda taka oddzielna nić jest cienką jak włos, nie posiada żadnych organów, o jakich mówiliśmy, ani korzeni, ani liści, ani kwiatów, ale jest zieloną, żywi się tak jak wszystkie

rośliny, rośnie i rozmnaża się za pomocą zarodników, jest więc rośliną.

Często zobaczyć też można, że powierzchnia kamieni, ziemi lub kory drzewa jest zielona; czasami pochodzi to stąd, że na tych przedmiotach porastają mech lub inne drobne roślinki, lecz często też żadnych roślin dojrzeć na nich nie można. Jeżeli trochę tego zielonego nalotu zeskrobiemy z kamienia lub kory drzewa i rozpatrzymy przez silnie powiększający drobnovidz (mikroskop), przekonamy się, że składa się on z mnóstwa pojedynczych, oddzielnych kuleczek zielonych, nie mających żadnych organów, lecz rosnących, żywiących się i rozmnażających się jak inne proste rośliny. Są to zatem roślinki, bardzo prostej budowy. Takie rośliny, jak te kuleczki zielone, lub owe zielone nici, żyjące w naszych wodach i różne inne zielone istoty, rosnące najczęściej w wodzie lub na wilgotnych miejscach, a nie mające żadnych wyraźnych organów, nazywają się wogóle razem wodorostami lub glonami.

I pomiędzy grzybami są niektóre drobne, nie mające organów. Nawet owe drobne istoty chorobotwórcze, o których już mówiliśmy, że znajdują się wszędzie w ziemi, w wodzie, w błotach, gnijących pokarmach, w kurzu opadającym z powietrza, których jak wiemy bardzo wystrzegać się trzeba, tak zwane bakterye, również są tak prostej budowy, bez organów, i tem trudniej je dostrzedz, choćby przy pomocy drobnovidza, że nawet nie są tak jak wodorosty, zielone.

O wszystkich takich roślinach najprostszej budowy powiadamy, że są to rośliny zaczątkowe, pier-

wotne, albo pierworośle, jak gdyby się od nich się świat roślinny zaczynał. Rośliny zaś posiadające wyraźny korzeń, łodygę, liście, kwiaty, złożone z kielicha, korony, pręcików i słupków, posiadające dalej owoce i nasiona, nazywamy roślinami typowymi.

Pomiędzy temi roślinami zaczątkowymi, t. j. najprostszymi i typowymi, czyli najbardziej złożonymi, najbardziej rozwiniętymi, da się pomieścić kolejno cały szereg grup roślin, stopniowo coraz to wyższych, t. j. coraz bardziej rozwiniętych, mających coraz to więcej narządów, coraz wyraźniejszych, lepiej rozwiniętych i bardziej złożonych, tak że się coraz bardziej do roślin typowych zbliżają. Tak np. po najprostszych wodorostach możnaby wymienić wodorosty morskie i grzyby, mające już pewne organy, potem mchy, posiadające wyraźną łodygę i listki, choć drobne, a także inne organy, lecz jeszcze bez korzenia i kwiatu; dalej — paprocie, skrzypy i widłaki, które prócz łodygi i liści mają już i wyraźny korzeń typowy i inne narządy zastępujące im kwiat, a nawet poczęści do najważniejszych części kwiatu zbliżone; następnie np. rośliny iglaste i niektóre inne, mianowicie wieloliścienne, które prócz typowego korzenia, łodygi, gałęzi i liści, mają już i zaczątek kwiatu, t. j. najważniejsze jego części, jakimi są pręciki i zalążki, nago osadzone na łuszczykach, które nie tworzą jeszcze słupków, tak, że kwiat ich pozbawiony kielicha, korony i słupków jest bardzo prostej budowy, nie jest jeszcze tak złożony jak kwiaty roślin typowych i wytwarza same tylko nagie nasiona bez owoców.

W dalszym ciągu jako bardziej jeszcze złożone rośliny postawić można takie, jak trawy, lilije, palmy i wogóle rośliny jednoliścienne, gdyż wszystkie one mają również wyraźny korzeń i łodygę, a oprócz tego większe i wyraźniejsze od iglastych liście, choć jeszcze wązkie, nie wcięte i bez ogonków (wyjąwszy palmy i kilka roślin, mających liście bardziej rozwinięte), a co ważniejsze, mają kwiaty wyraźne, choć bez kielicha i często bez korony, a także wyraźne

już owoce i nasiona; wreszcie na najwyższym szczeblu postawimy już rośliny dwuliścienne z początku takie, które mają jeszcze kielichy i korony słabo rozwinięte, drobne i zielne, a nawet i liście wązkie nie wcięte, jak np. wierzbę, brzozy, topole, graby, buki i t. p., a potem inne dwuliścienne, które są najbardziej ze wszystkich złożonemi, najbardziej rozwiniętymi roślinami typowemi.

Gdyby ktoś chciał porównać wprost np. jakiś grzyb, lub wodorost, albo mech, z różą lub psianką, nie znalazłby pomiędzy nimi żadnego podobieństwa; lecz jeżeli ułożymy sobie wszystkie rośliny w taki szereg, od najprostszych, aż do coraz bardziej złożonych, zaraz widzimy, że istnieje związek między wszystkimi, nawet najbardziej różnemi roślinami, bo między każdą grupą w tym szeregu, a innemi, sąsiedniemi, istnieją pewne cechy wspólne. Wygląda to tak, jakby prostsze rośliny, wydając w każdym pokoleniu trochę inne narządy, mogły się zamieniać z czasem w nieco bardziej złożone i jakby, powoli, stopniowo, z biegiem wieków wytwarzały się rośliny, coraz bardziej rozwinięte, o coraz liczniejszych i bardziej skomplikowanych organach.

Że rośliny istotnie mogą się nieco zmieniać z czasem, jeżeli stopniowo zaczną się trochę inaczej odżywiać, jeżeli znajdują się w innym klimacie, jeżeli zostaną przeniesione na inną ziemię, w cieplejsze lub zimniejsze okolice, to widzimy, przypatrując się roślinom wystającym u nas z nasion sprowadzanych z innych krajów; o tem wiadomo też każdemu ogrodnikowi, który potrafi nawet sztucznie wyhodować z jednych gatunków roślin, inne nieco odmienne, a zmieniając je tak dalej, otrzymać nawet stopniowo dość różne od pierwotnych; bardzo wiele gatunków roślin ogrodowych, które wyhodowano z gatunków dzikich, jest już zupełnie do tych dzikich niepodobnych, tak samo jak zboża, na polach uprawiane, są już niepodobne do dzikich gatunków traw, z których pochodzą. Ale żeby znaczniejsza taka zmiana w gatunku zajść mogła, trzeba na to bardzo długich lat i odpowiednich warunków; tylko stopniowo i nieznacznie, jeżeli sprzyjające temu warunki wciąż trwają,

mogą się rośliny zmieniać i z czasem znacznie już się od pierwotnych wyróżnić.

Jeżeli nasiona roślin zostaną przeniesione w inne miejsce lub w inne warunki, aniżeli te, w których żyła roślina, co je wydała, jeżeli np. zostaną przeniesione na lepszy lub na gorszy grunt, w którym znajdują obfitszy lub skąpszy pokarm, jeżeli dostaną się w cieplejsze lub chłodniejsze miejsce, w miejsce suchsze lub bardziej wilgotne, więcej zacienione lub silniej oświetlone, a tem bardziej jeżeli dostaną się w inny klimat i w tych nowych warunkach nie zginą, lecz rosną, czyli jak powiadamy, przystosują się do tych nowych warunków, wówczas rośliny z nich powstałe, rosnąć będą inaczej, lepiej lub gorzej, aniżeli te, z których pochodzą; będą one wogóle do nich podobne, ale posiadać będą swe odrębne cechy, powstałe wskutek tych nowych warunków. Nie jest to więc rzeczą niemożliwą, żeby powoli i stopniowo, pod działaniem zewnętrznych warunków, wytwarzały się jedne gatunki roślin z innych, ale to wymaga bardzo długiego czasu.

Że zaś przed wiekami były inne, prostszej budowy rośliny, aniżeli obecnie, o tem także napewno wiemy, gdyż z dawnych roślin pozostały jeszcze niektóre szczątki, czy to skamieniałe w ziemi, czy niezupełnie zgniłe, czy też ślady odcisnięte na miękkim niegdyś gruncie, który później stwardniał, czy też wreszcie niektóre całe części roślin, złożone przeważnie z ciał mineralnych, nie gnijących wcale, jak np. skrzemieniałe zupełnie lub zwapniałe skorupki, otaczające niektóre najprostsze rośliny i pozostające w ziemi na zawsze po zgniciu całego wnętrza ciała, tak, że zachowują zewnętrzną postać rośliny zamarłej.

Takie szczątki, które obecnie w głębi ziemi często znajdują, (np. w kopalniach), nazywamy wogóle skamieniałościami. Widzimy z nich wyraźnie, że dawniejsze rośliny były znacznie prostszej budowy, aniżeli obecne, a im głębiej w ziemi leżą, im są dawniejsze, tem są coraz prostsze. Najdawniejsze są bardzo prostego ustroju, podobne do dzisiejszych wodorostów; późniejsze złożone są z roślin podobnych po części do wodorostów i z roślin po-

dobnych do wielkich paproci, skrzypów i widlaków; jeszcze późniejsze, które żyły w czasach bliższych już do naszych czasów, choć jeszcze w wiekach odległych, przedstawiają mniej form zbliżonych do wodorostów, paproci, skrzypów, widlaków, a za to więcej podobnych do naszych roślin wieloliściennych; lecz szczątków jednoliściennych i dwuliściennych roślin nie znajdujemy jeszcze w tych czasach wcale; zjawiają się dopiero w wyższych, później wytworzonych pokładach ziemi.

Z tych wszystkich powodów przypuszczamy, że pierwsze rośliny, które się niegdyś na ziemi zjawily, musiały być wszystkie bardzo prostej budowy, mniej więcej podobne do dzisiejszych najprostszych wodorostów, czyli glonów, i że te rośliny żyjąc w różnych miejscach i w różnych warunkach, w rozmaitych klimatach, zmieniając się nieznacznie, powoli i stopniowo z biegiem wieków i pokoleń wytworzyły te rozmaite postacie roślin, jakie obecnie na ziemi widzimy. Jak się to działo i dla czego, o ile to wiedzieć możemy, zobaczmy w dalszym ciągu naszej nauki.

Zadanie 3. Przekraj ziemniak w poprzek na części, z których jedną zasadź w ziemię (np. w doniczce), przez drugą przeciągnij drut i połóż go na szklance tak, aby leżał swobodnie na brzegach szklanki; do szklanki nalej wody tyle, aby kawałek kartofla wiszący na drucie pośrodku otworu szklanki, zetknął się z tą wodą i zanurzył się w niej nieco. Polewaj co kilka dni ziemniak w doniczce, a także dolewaj wody do szklanki, w której wisi drugi kawałek kartofla, o ile w niej woda wyschnie, żeby ziemniak pozostawał wciąż trochę w wodzie zanurzony. Badaj co się z temi kawałkami ziemniaka stanie. To, co po kilku tygodniach z nich wyrośnie w doniczce i w szklance, posłuży nam do dalszej nauki.

V. Skład chemiczny roślin.

Poznaliśmy już najważniejsze kształty roślin i główne ich narządy. Potem zapoznamy się z tem wszystkiem szczegółowiej. Teraz musimy jeszcze zwrócić uwagę na to, z czego się rośliny składają, t. j. z jakiej są utworzone materyi, czy są one złożone np. z takich samych rodzajów materyi, jak kamienie lub metale, czy też z takich np. jak zwierzęta, czy też wreszcie z zupełnie odrębnych. Jest to przecież także rzecz warta poznania, bo gdy poznamy co się w ciele rośliny znajduje, zrozumiemy zaraz jakimi materyałami i jakim sposobem się ona odżywia, dlaczego rośliny służyć mogą za pożywienie zwierzętom i ludziom i jakie ciała można z roślin dla użytku ludzkiego wydobyć, a wiemy przecież, że wydobywamy z nich różne olejki, farby, lekarstwa i t. p. rzeczy. O niektórych ciałach, w roślinach zawartych, wiedzieć możemy z góry, nawet bez żadnych prób, bo przecież wszystkim wiadomo, że w każdej roślinie znajduje się zawsze pewna ilość wody, którą rośliny ciągle z ziemi pobierają, że w każdej roślinie znajdują się twarde, zdrzewniałe części, bez których roślina byłaby bardzo miękka, wiotka i nie mogłaby się sztywno w górę wznosić; dalej wiemy przecież, że w niektórych roślinach znajduje się cukier, np. w burakach, w trzcinie cukrowej, inne zaś są kwaśne, np. szczaw, zawierają więc widocznie kwas jakiś i t. d.

Jeżeli jednak chcemy obeznać się dokładnie ze wszystkimi ważniejszymi ciałami, z których się ro-

ślina składa, nie dość jest przypatrzeć się, co w niej dostrzedz można, lub spróbować jaki ma smak; musimy dokonać z nią rozmaitych prób, musimy każde ciało oddzielnie z niej wydobyć, rozpoznać, czyli jednym słowem, rozłożyć roślinę na części składowe.

Takie rozpoznawanie nazywamy rozbiorem chemicznym.

Gdybyśmy jakąś młodą, świeżą roślinkę zważyli na wążkach, potem suszyli ją w temperaturze 100 stopni (w tej temperaturze woda paruje) w specjalnej suszarni, używanej przez chemików, to rzecz jasna, że świeża roślina od gorąca wyschnie, t. j. woda w niej zawarta ulotni się. Gdy po wysuszeniu zważymy roślinę powtórnie, przekonamy się, że waży znacznie mniej, aniżeli poprzednio, właśnie wskutek tego, że woda z niej wyparowała. Gdy ją dalej suszyć będziemy, ważyć będzie jeszcze mniej. Suszymy ją dopóty, aż cała woda z niej się ulotni, co poznać możemy z tego, że pomimo suszenia już więcej na wadze nie traci. Wówczas znów ją ważymy i obliczamy różnicę pomiędzy wagą rośliny świeżej i wagą rośliny zupełnie wysuszonej; ta różnica wskazuje, ile wogóle wody z rośliny wyparowało, a więc ile wody znajdowało się w roślinie świeżej. Przypuśćmy, że jakaś świeża roślina waży 60 gramów, po całkowitem wysuszeniu zaś waży tylko 25 gramów, to znaczy, że w niej było początkowo 60—25 czyli 35 gramów wody, która podczas suszenia ulotniła się. Widzimy z tego, że przeważnie łatwo jest wiedzieć nietylko jakie ciała wchodzą w skład rośliny, lecz nawet ile na wagę każdego ciała oddzielnie w niej się znajduje.

Przekonano się, że nie wszystkie rośliny i nie wszystkie narządy jednej rośliny zawierają jednakową ilość wody, lubo wszystkie żyjące rośliny zawsze wodę mieć w sobie muszą. Nasiona np. zawierają wody mało, przy wysuszeniu tracą około dziesiątej części na wagę lub nie wiele więcej; niektóre rośliny, zwłaszcza bardzo młode, zawierają wody bardzo znaczną ilość, tak, że przez wysuszenie tracą trzy ćwierci swego ciężaru, a nawet i znacznie więcej.

Jeżeli roślinę jeszcze silniej ogrzewać będziemy, zacznie się ona zwęgląć, dymić i wreszcie spali się zupełnie, pozostawiając po sobie tylko trochę białego proszku, który jak wiecie, nazywa się popiołem. Przekonano się, że ten popiół który pozostaje po spaleniu każdej rośliny, jest mieszaniną kilku ciał mineralnych, czyli jak to powiadamy, soli mineralnych i niczem więcej. W każdym bowiem popiele znaleźć można zawsze trochę magnezyi, trochę potażu, sody, soli kuchennej, wapna zwykle złączonego z kwasem węglowym, czyli węglanu wapniowego, lub z kwasem siarczanym, czyli siarczanu wapniowego, który, jak już wiemy z poprzednich wykładów, nazywamy gipsem, albo też z wapna złączonego z kwasem fosforowym (fosforanu wapniowego); można w popiele znaleźć także trochę żelaza, również złączonego z innymi ciałami, tak, że jest do żelaza niepodobne (jak np. żelazo zawarte w przepisywanych przez lekarzy pigułkach żelaznych, lub wodzie mineralnej żelazistej) i t. d. Ponieważ soda, potaż, magnezja, wapno, gips i t. d., są to sole mineralne, białej przeważnie barwy, nie przeto dziwnego, że czysty popiół jest zawsze biały.

Skądże się w roślinie wziąć mogły te sole? Wiodocześnie muszą je rośliny pobierać jako pokarm z ziemi, gdyż sole mineralne w ziemi się przecież znajdują. Już dawniej wzmiankowaliśmy, że rośliny pobierają z ziemi ciała mineralne, widzimy jednak, że dopiero zbadawszy dokładnie, co się w roślinie znajduje, wiedzieć możemy, jakie właściwie ciała musi ona z otoczenia pobierać; teraz więc wiemy, jakie to są sole mineralne, które z ziemi do rośliny wnikają. Skoro całą roślinę spalimy, to z niej te sole mineralne pozostać muszą, jako popiół, gdyż jak wiemy, sole mineralne się nie palą. Rozumiemy więc teraz co to jest popiół. Jeżeli przed spaleniem roślinę zważymy, a następnie spaliwszy ją zupełnie, zważymy pozostały z niej czysty popiół, przekonamy się, że popiołu czyli soli mineralnych jest w roślinach bardzo mało, a więc główna część ciała rośliny nie jest utworzona z tych soli mineralnych, pobieranych przez roślinę z ziemi. Jeżeli roślina wysuszona ważyła np. 100 gramów, to czysty popiół z niej waży co najwyżej 5 gramów, a często mniej jeszcze, reszta, t. j. 95 gramów były to ciała palne, które uleciały z dymem. A więc są to nie minerały. Z tego wszystkiego widzimy, że roślina każda składa się naprzód z wody i soli mineralnych, a więc wogóle z ciał mineralnych, a następnie ze znacznej jeszcze ilości ciał niemineralnych, palnych, ulatniających się w ogniu z dymem, t. j. z ciał organicznych.

Czemże są te ciała organiczne, które stanowią w każdej roślinie na wagę co najmniej 95 części na 100 i które palą się w ogniu i ulatują jako gazy?

Domyślacie się pewnie, że to właśnie będzie cukier, krochmal, żywica, olejki, kwasy i wiele innych ciał, zawartych w roślinie. Wydobycie i oznaczenie tych ciał jest rzeczą trudną i wymaga znajomości chemii. Opiszemy tu jednak dostępny, dla nieobeznanych z chemią, sposób wydobycia kilku najważniejszych części składowych roślin.

Ponieważ najłatwiej jest wydobyć te ciała z rośliny suchej i dobrze sproszkowanej, więc weźmy trochę mąki białej, pszennej, z której pieką bułki i ciasta, bo mąka—to przecież już sproszkowana roślina, a właściwie sproszkowane ziarna czyli nasiona zbóż, a w nasionach znajdują się te same najważniejsze ciała, jakie zawierają się w całej roślinie. Dolejmy do mąki wziętej w małej ilości, troszeczkę wody i zagnieśmy ją dobrze z mąką w rękę na kawałeczek twardego, sztywnego ciasta. Następnie trzymajmy to ciasto pod kranem wodociągowym lub pod kranem samowaru, z którego płynie strumień czystej zimnej wody. Woda rozmywa ciasto i spływając z niego ma wygląd mętny, biały, gdyż rozpuszcza z ciasta i porywa z sobą różne ciała. Aby więc tych ciał nie stracić, podstawmy jakieś obszerne naczynie, w które ta mętna woda spływać będzie. Trzymajmy ciągle ciasto w strumieniu wody, gniotąc je w rękę, dopóki woda spływająca z ciasta nie stanie się znów zupełnie czystą, klarowną, co dowodzić będzie, że już zmyła z ciasta wszystko, co zmyć mogła. To, co w rękę pozostanie, będzie masą jasno-żółtą, klejowatą, dziurkowatą jak gąbka i bardzo elastyczną, tak, że daje się rozciągać jak guma. Ciało to nazywamy glutenem. Jest to najpożywniejsza

i najważniejsza część mąki. Wszystkie inne ciała, w mące zawarte, zostały uniesione wodą i wraz z nią spłynęły do podstawionego naczynia. Gdy to naczynie z mętną wodą odstawimy na godzinę w miejscu spokojne, nie poruszając i nie mieszając wody, zobaczymy, że wszystkie męty osiadą w niej na dnie naczynia w postaci białej masy, a woda stanie się czystą. Tę wodę łatwo zlejemy do innego naczynia tak, że biała masa na dnie utworzona, zostanie; przekonamy się wówczas, że ta biała masa to krochmal, czyli jak go w chemii nazywamy, mączka.

W pszenicy więc znajduje się krochmal; z tego to właśnie powodu ziarna zbóż wszystkich są wewnętrznie białe, że całe ich wnętrze prawie wyłącznie składa się z krochmalu czyli mączki; istotnie mąka bardzo wiele tej mączki zawiera i bardzo jej dużo z mąki takim przemysłem otrzymujemy. Mączka znajduje się też we wszystkich innych roślinach, np. w ziemniakach, z których najczęściej właśnie w fabrykach krochmalu ją wydobywają, w ziarnach ryżu, z którego otrzymują najdelikatniejszą mączkę (używaną na puder) i w innych nasionach, a także różnych częściach roślin.

Prócz glutenu i mączki znajduje się w mące pszennej wiele innych ciał, których w wodzie zlanej z mączki nie widzimy, gdyż są w niej rozpuszczone, mączka zaś jak widzimy, nie rozpuściła się, i jako cięższa od wody, wkrótce opadła na dno naczynia. Jeżeli jednak tę czystą wodę zagotujemy, zobaczymy, że tworzą się w niej kłaczkі białe, wypływające na powierzchnię wody. Jest to białko. Tak, w mące

znajduje się białko takie same, jak w jajku kurzem; nie dziwnego: w jajku tworzy się z kury, a w kurze z pokarmu, którym ona się żywi, t. j. z ziarn roślinnych.

Ciało wszystkich zwierząt zawiera białko, które pochodzi zawsze z roślin lub z mięsa zwierząt karmiących się roślinami. Gdy wkładamy mięso do garnka z wodą i następnie stawiamy na ogniu, chcąc przyrządzić rosół, wówczas widzimy, że gdy woda się zagotuje, wypływają na jej powierzchnię również białe kłaczkі, czyli jak gospodynie nazywają, szumowiny, które kucharki łyżką zbierają i odrzucają. Gdy zaś mięso smażymy lub pieczemy, całe białko w niem zawarte od razu od gorąca ścina się i żadnej części z mięsa nie tracimy.

Jak z mąki tak też i z każdej innej rośliny można takie białko wydobyć. To białko wypływające na powierzchnię wody, która je z mąki wydobyła, po zagotowaniu wody, łatwo łyżeczką zbierzemy i rozpałtrzymy; pozostanie znów pozornie czysta woda.

Zauważmy, że są różne gatunki białka, nie wszystkie rozpuszczają się w zimnej wodzie np. gluten, to jest też rodzaj białka, lecz w zimnej wodzie nie rozpuszczalny; w innych roślinach w miejsce glutenu znaleźć można znów białko nieco odmienne, np. w ziarnach grochu, bobu, fasoli i t. p. roślin strąkowych znajduje się białko nie o wiele różne od glutenu, które nazwano leguminą, w innych roślinach znajdują się inne podobnego rodzaju białka. Właściwie jednak, jak się przekonano, tak gluten, jak i legumina i t. p. ciała są mieszaniną aż kilku gatunków białka nierozpuszczalnego w zimnej wodzie i to ga-

tunków podobnych do tych gatunków białka, z których składa się mięso, krew, mózg i inne części ciała zwierzęcego.

Oprócz tych różnych gatunków białka znajduje się jednak w każdej roślinie zawsze i to białko, rozpuszczalne w wodzie zimnej, a ścinające się w gorącej, które właśnie z maki wydobyliśmy, które jest najpodobniejsze do białka kurzego, i które nazywamy białkiem roślinnem czyli albuminą. Białko roślinne, gluten, legumina i t. p. ciała są to płyny bardzo gęste lub masy galaretowate, na wół przezroczyste, wydają przy spalaniu zapach rogu, mają bardzo zbliżony skład i niektóre inne cechy podobne do białka kurzego i dla tego nazywamy je razem ciałami białkowatemi. Są to najważniejsze ciała, które koniecznie każda żywa roślina, każde żywe zwierzę w sobie mieć musi i którym ciała żywe zawdzięczają swe życie, bo tylko ciała białkowate w roślinach i zwierzętach żyją, one mają tylko te dziwne własności, jak np. wrażliwość, zdolność odżywiania siebie i innych ciał organicznych, zdolność rozmnażania się i t. p., które nazywamy życiem. Ale białko żyje tylko dopóty, dopóki zawarte jest w nieuszkodzonej roślinie lub zwierzęciu, białko wydobyte z ciała żywego żyć przestaje. Umieemy więc już wydobyć z roślin mączkę czyli krochmal i różne ciała białkowate.

Po zagotowaniu wody z przemytego ciasta i zebraniu białka roślinnego woda staje się zupełnie czysta, lecz gdy ją dłużej gotować będziemy, tak, aby większa jej część wyparowała i następnie dolejemy mocnego spirytusu, wówczas znów zjawią się biała-

we kłaczkę. To ciało, które pozostawało rozpuszczonem tak w zimnej jak i gorącej wodzie, a które stracił dopiero spirytus, jest to: guma, t. j. ciało podobne do gumy arabskiej, używanej do sklejanego papieru, którą również z pewnych gatunków roślin (niektórych akacyj) wydobywają. Guma, której do klejenia używamy, nie jest prawdziwą gumą arabską, lecz t. zw. gumą senegalską, podobną do arabskiej, ale nieco gorszą i tańszą; oba te gatunki gumy znajdują się tylko w niektórych roślinach, w innych zaś zawarte są inne ciała do nich podobne; lepkość gotowanych śliw i wisien np. pochodzi również od pewnych gatunków gumy, zawartych w tych roślinach. Tak każda prawie roślina zawiera jakiś gatunek gumy. Wszystkie podobne ciała nazywamy wogóle ciałami gumowatemi.

Wreszcie, gdy po zebraniu łyżeczką z naszego naczynia gumy, wyparujemy całą wodę ze spirytusem do ostatka, pozostanie na dnie naczynia troszeczkę cukru. Cukier również znajduje się w każdej roślinie, ale nie zawsze jest to cukier podobny do tego, jakiego używamy codziennie do osładzania napojów i pokarmów. Cukier, który tak dobrze znacie, którego codziennie używamy, jest bardzo słodki, składa się z małych, połyskujących ziarn, t. j. z drobnych kryształków i znajduje się w trzcinie cukrowej, w burakach i kilku jeszcze roślinach; nazywamy go cukrem kryształicznym albo trzcinowym. Cukier wydobyty z maki nie jest do niego podobny, jest mniej słodki, niekryształiczny, podobny do cukru, jaki widzimy w starych zeschłych rodzenkach, znajduje się on też i w gronach win-

nych, w bardzo wielu owocach, a zresztą we wszystkich prawie roślinach. Nazywamy go cukrem gronowym. We wszystkich roślinach znajdują się głównie te dwa rodzaje cukru: gronowy i kryształiczny (czyli trzcinowy), najczęściej zaś pierwszy. Krochmal czyli mączkę, a także ciała białkowe mąki, t. j. gluten i białko roślinne wydobyć można z mąki bardzo łatwo, gumę zaś i cukier gronowy trudniej już znacznie.

Oprócz powyższych ciał, t. j. glutenu, białka, mączki, gumy i cukru, znajdują się w mące inne jeszcze ciała, których jednak woda już nie wydobywa. Jeżeli jednak mąkę oblejemy chloroformem lub eterem (są to płyny, których dostać można w składach aptecznych, lecz należy obchodzić się z nimi bardzo ostrożnie) i będziemy przez kilka minut mieszać, następnie odstawimy i po odstaniu płyn czysty z mąki zlejemy do innego naczynia i wyparujemy go, zobaczymy, że na dnie naczynia pozostanie troszeczkę ciała tłustego. W mące znajduje się więc pewien tłuszcz; ciała tłuste znajdują się we wszystkich roślinach. Z wielu roślin np. z nasion lnu, rzepaka, kleszczowiny czyli rącznika (rycinusa), z drzewa oliwnego i in. wycisnąć można znaczną ilość tłustych olejów; w bardzo wielu roślinach znajdują się lekkie, bezbarwne olejki, łatwo ulatniające się, z przyjemnym często zapachem, wskutek czego wydobywają je dla wyrobu perfum; są to wszystko ciała tłuste.

Wreszcie, jeżeli mąkę przemyjemy wodą, następnie spirytusem, chloroformem, gorącymi kwasami, które wszystkie ciała z mąki wyciągną, pozostanie

nam z niej jeszcze trochę drzewnika, który w każdej roślinie się znajduje i w tych płynach nierozpuszcza się. W mące zresztą można wprost dojrzeć drzewnik w postaci drobnych, brunatnych cząsteczek, czyli otrąb. Drzewnik jest odmianą błonnika (cellulosa), tworzącego ścianki komórek roślinnych i rurek, przeprowadzających soki i stanowiącego tym sposobem twardą część rośliny, nadającą jej sztywność, jakby jej szkielet. W starszych organach rośliny błonnik twardnieje, zamieniając się w drzewnik (ścianki komórek drewna, łupiny orzechów, otręby, bibuła szara, złożone są prawie wyłącznie z drzewnika); stały błonnik często zamienia się w korek, który znajdujemy w korze drzew, skórcie ziemniaków, owoców i innych organów roślin; w korze dębu korkowego, którą właśnie dla wyrabiania korków z niego zdzierają, tworzy on warstwę bardzo grubą.

W niektórych roślinach, np. w naszych drzewach iglastych, znajduje się jeszcze inne ciało, żywica, która często wycieka wprost z drzewa, a nawet z wyrobów drewnianych, np. z ramy okna na słońcu, jako żółta lepka masa. W kilku roślinach, np. w fikusach, (rośliny u nas często pielęgnowanej po mieszkaniach), płynie sok biały, który po odłamaniu liścia wycieka i zastyga w twardą masę; jest to kauczuk, który także jest gatunkiem żywicy; terpentyna, kamfora, kalafonia, to również rozmaite gatunki żywicy, które znajdujemy w różnych roślinach.

Ciekawem też jest, że na niektórych roślinach znaleźć można wosk; np. liście siniego koloru, jak liście kapusty, pokryte są cienką warstewką wosku;

roślin z takimi liśćmi jest wiele; gdy liść taki zanurzymy w wodę i wyjmemy, przekonamy się, że nie jest wcale zmoczony, воск nie dopuszcza wody. Siny nalot na śliwkach, czarnych jagodach i t. p., dający się łatwo palcem zetrzeć, jest również woskiem; liście niektórych palm zwłaszcza Kopernicy (tak nazwanej na cześć Kopernika), pokryte są bardzo grubą warstwą czystego wosku. Warstwa wosku chroni roślinę od wsiąkania wilgoci z powietrza i wody deszczowej; roślina bowiem pobiera wodę korzeniami w takiej ilości, jaką potrzebuje większa część roślin, a inną drogą nie dopuszcza już wody wcale.

Mówiliśmy poprzednio, że z soku roślin, po wyparowaniu i przemyciu, wydobyć można jeszcze dziwne ciała, zwykle silnie trujące, używane także jako lekarstwa i najczęściej wyglądające jak białe proszki, np. z maku wydobywa się morfina, używana jako lek nasenny, z wileczej jagody i z lulka otrzymuje się atropina, także trująca, a zarazem służąca za lekarstwo; z tytoniu wydobywa się nikotyna, niemniej jadowita; z drzewa chinowego — chinina, używana przeciw gorączce; jest bardzo wiele takich ciał, gdyż niemal każdy rodzaj roślin inne takie ciało zawiera. Wszystkie te silnie działające ciała nazywają się alkaloidami.

Mówiliśmy też, że w każdej roślinie znajduje się trochę kwasów, w dużej ilości znajdujemy kwasy np. w szczawiu, cytrynie, pomarańczy i wszystkich niedojrzałych owocach, np. niedojrzałych jabłkach, winogronach i t. d. a każdy z tych kwasów jest odmienny i nosi w chemii inną nazwę: jeden nazywa-

my kwasem szczawiowym, drugi cytrynowym, inny jabłkowym, winnym i t. d. Różne jednak rośliny zawierać mogą ten sam kwas np. kwas szczawiowy znajduje się nie tylko w szczawiu, lecz i w bardzo wielu innych roślinach, tak samo często znajdujemy kwas jabłkowy, winny i t. d.

Wszystkie te ciała, o których dotąd mówiliśmy, jeżeli są czyste, są bezbarwne; w niektórych organach rośliny, np. w liściach kwiatach, owocach, znajdujemy soki lub ziarna zabarwione na zielono, na czerwono, pomarańczowo, niebiesko i na rozmaite inne barwy różnymi barwnikami, które potem poznamy.

Oto są już wszystkie najważniejsze ciała, z jakich rośliny się składają. Zapamiętać z nich przede wszystkim warto ciała białkowate, mączkę, gumy, cukry, tłuszcze i błonnik, który też często występuje w postaci drzewnika lub korka. Pozostałe ciała, t. j. żywice, воск, alkaloidy, kwasy i barwniki znajdują się w roślinach w niewielkiej ilości i mają mniej ważne znaczenie. Są to wszystko razem ciała organiczne, których w żadnym mineralu nie znajdziemy; oprócz nich każda roślina zawiera w sobie zawsze jeszcze wodę i sole mineralne.

Zadanie 4. Wydobądź z mąki pszennej gluten, mączkę czyli krochmal i białko roślinne, sposobem wskazanym w wykładzie.

VI. Skład chemiczny roślin (ciąg dalszy).

Poznaliśmy już wszystkie ciała mineralne i organiczne, z jakich rośliny się składają. Pytanie tylko, czem są te ciała, czy one się już z niczego nie składają, z czego one w roślinie powstają, bo o ile łatwo zrozumieć, że sole mineralne pobiera roślina z ziemi, o tyle nikt nie będzie chyba sądził, że roślina również z ziemi pobiera krochmal, cukier, białko, gumę czy inne ciała organiczne. Tak samo jak poprzednio nauczyliśmy się rozkładać roślinę na części składowe i przez to dopiero ją lepiej poznaliśmy, tak samo również musimy rozłożyć znów dalej te pojedyncze ciała wydobyte z rośliny, jeżeli chcemy dobrze zrozumieć czem one są i czem się właściwie od siebie różnią; przekonano się bowiem, że wszystkie one rozłożyć się dają na ciała jeszcze prostsze. Zdawałoby się np., że cukier już z niczego się nie składa, przynajmniej nie w nim na oko nie widzimy. Ale zmysły nasze często mylą nas pod tym względem. Tak samo np. zdaje się nam, że czysta woda również z niczego się nie składa, a jednak jest ona związkiem dwu ciał do niej niepodobnych. Przepuszczając przez wodę iskry elektryczne można ją rozłożyć na dwa gazy niepodobne do siebie. Nie sądzicie, żeby te gazy były parą wodną; parę można przez oziębienie znów zamienić na wodę, z temi gazami zrobić tego nie można. Oba te gazy są bezbarwne i bezwonne; jeden z nich nazywamy wodorem drugi tlenem.

Jeżeli kilka ciał łączy się w jedno tak silnie, że

tworzą zupełnie nowe ciało, do nich niepodobne, mające inne własności, wówczas to nowe złożone ciało nazywa się związkiem chemicznym.

Jeżeli jakieś naczynie napełnimy wodorem i wstawimy w to naczynie zapaloną świecę, świeca gaśnie, lecz wodór się zapala; zwierzę np. mysz, ptak, mucha, pomieszczone w naczyniu napełnionem wodorem, wkrótce żyć przestają. Jeżeli zaś wstawimy zapaloną świecę do naczynia napełnionego drugim gazem, tlenem, wówczas naodwrot, tlen nie zapali się wcale, lecz świeca palić się w nim będzie daleko jaśniejszym światłem, aniżeli w powietrzu; nawet tłące się drewno, rozżarzony drut żelazny, zapalają się w tlenie i palą się jasnym oślepiającym płomieniem; zwierzę umieszczone w tlenie żyje i oddycha żywiej i szybciej aniżeli w powietrzu.

Z tego widzimy, jak różne są te dwa gazy, wchodzące w skład wody: wodór jest to gaz palący się, lecz nie podtrzymujący palenia się innych ciał, nie podtrzymujący też życia zwierząt ani roślin; tlen, naodwrot, sam się nie pali, lecz w nim palą się wszystkie inne ciała, t. j. tlen podtrzymuje palenie, podtrzymuje on też i oddychanie ciał żywych.

I w powietrzu palą się ciała tylko dla tego, że w powietrzu znajduje się ten gaz, zwany tlenem; bo i powietrze, choć wydaje się nam gazem już z niczego nie złożonym, stanowi jednak mieszaninę dwu gazów, z których jeden jest już znany nam tlenem, drugi zaś jest także bezbarwnym gazem, ale nie podtrzymującym ani palenia, ani oddychania, przy czem sam również się nie pali; ten drugi gaz nazywamy azotem (co po grecku znaczy: nie podtrzy-

mujący życia). Wogóle azot jest to gaz, mający wszystkie własności ujemne: nie ma barwy, nie ma smaku, nie ma zapachu, nie pali się, nie podtrzymuje palenia, ani oddychania, niechętnie łączy się z innymi ciałami.

Powiedzieliśmy, że powietrze jest mieszaniną tlenu i azotu, lecz nie jest związkiem chemicznym; w powietrzu bowiem te dwa gazy nie są wcalełączone z sobą i nie tworzą żadnego nowego ciała, są tylko z sobą zmieszane.

Gdyby powietrze składało się tylko z samego tlenu, wówczas wszystkie ciała daleko łatwiej by się w powietrzu zapalały, żywiej by płonęły, lecz też bardzo szybko by się spalały; wszystkie istoty żywe dalekoby prędzej oddychały, żywiejby żyły, lecz też prędzejby żyć przestawały. Ponieważ jednak tlen w powietrzu jest rozrzedzony drugim gazem, azotem, nie działającym tak jak tlen, przeto powietrze słabiej działa na ciała, aniżeli tlen czysty, tak np. jak spirytus rozrzedzony wodą słabiej działa, aniżeli spirytus czysty. Azotu jest w powietrzu cztery razy więcej aniżeli tlenu, dla tego też powietrze działa 5 razy słabiej od tlenu. Wszelkie palenie się ciał w powietrzu polega na tem, że te ciała łączą się z tlenem i wówczas rozgrzewają się; rdzewienie żelaza, wietrzenie kamieni, gnicie ciał po śmierci, oddychanie, to wszystko są zjawiska polegające na łączeniu się ciał z tlenem, ale już powolniejszym, aniżeli przy paleniu.

Gdy oddychamy, wciągamy w siebie powietrze, tlen powietrza łączy się z krwią naszego ciała; w krwi znajduje się węgiel, wodór i inne ciała. Otóż, gdy

tlen łączy się z krwią, to węgiel krwi tworzy z tlenem kwas węglowy, wodór z tlenem tworzy, jak już wiemy, wodę; z tego to powodu, gdy wydychamy, nie wydajemy już z siebie czystego powietrza, t. j. tlenu i azotu, który w sobie wdychamy, lecz zupełnie inne gazy: kwas węglowy i parę wodną.

Gdy rośliny lub zwierzęta palą się, albo gniją, wówczas wydziela się z nich również kwas węglowy i para wodna, gdyż palenie polega także na łączeniu się tlenu z węglem i wodorem, które się w każdej roślinie i w każdym zwierzęciu znajdują. Z tego powodu, w powietrzu, oprócz azotu i tlenu, znajduje się zawsze troszeczkę kwasu węglowego i pary wodnej.

Kwas węglowy, który z siebie wydychamy, lub który wydziela się ze wszystkich roślin i zwierząt, gdy się one palą, oddychają lub gniją, który znajduje się też w wodzie sodowej i w wielu innych ciałach, jest także gazem bezbarwnym i bezwonnym, pozornie z niczego nie złożonym, widzimy jednak, że składa się on z dwóch różnych ciał: węgla i tlenu,łączonych razem w jeden związek chemiczny, t. j. w jedno nowe ciało, nie mające własności tych ciał, z których się składa; kwas węglowy nie jest już bowiem wcale podobny do węgla, ani do tlenu. W kwasie węglowym jest zawsze dwa razy więcej na objętość tlenu, aniżeli węgla, dla tego chemicy nazywają gaz ten dwutlenkiem węgla; i my też tak go nazywać będziemy, bo powszechnie używana nazwa kwasu węglowego jest zupełnie niewłaściwie dobrana. Choć gaz ten bezustannie wydziela się z różnych ciał w tak wielkiej ilości, to jednak w powietrzu jest go zawsze niewiele i wiemy już trochę,

dla czego tak jest: z tego niezdrowego gazu oczyszczają ciągle powietrze rośliny, które go w siebie wchłaniają.

Z powyższych przykładów widzimy więc, że niektóre ciała choć pozornie z niczego nie złożone, składają się jednak z innych ciał: woda składa się z wodoru i tlenu, powietrze głównie z azotu i tlenu, kwas węglowy — z węgla i tlenu, i t. d. Starano się jeszcze zbadać z czego się znów składa wodór, tlen, azot, węgiel, lecz tych ciał nie umiano już rozłożyć na inne.

Takie ciała, których nie umiemy rozłożyć na ciała jeszcze prostsze, nazywają się pierwiastkami chemicznymi. Pierwiastkami są przedewszystkiem wszystkie naturalne metale np. żelazo, miedź, ołów, cynk, cyna, złoto, srebro, rtęć, platyna i w. in., a także kilkanaście ciał niemetalicznych, np. węgiel, siarka, fosfor, wodór, tlen, azot i in.

Wszystkich pierwiastków znamy w ogóle 80, bo jakkolwiek ciał różnych na świecie jest niezliczone mnóstwo i wszystkie ciała składają się z pierwiastków, albo same są pierwiastkami, to jednak w skład wielu ciał wchodzi te same pierwiastki, tak, że pierwiastków jest na świecie znacznie mniej, aniżeli ciał. Widzieliśmy np. że jeden i ten sam pierwiastek tlen wchodzi w skład wody, powietrza, dwutlenku węgla i wielu innych ciał; tak samo węgiel wodór i inne pierwiastki powtarzają się w wielu ciałach.

Jeżeli nasypimy trochę cukru na rozpaloną blachę, bacząc jednak aby się nie zapalił płomieniem, spostrzeżemy, że cukier się zwęglą, zawiera więc w sobie węgiel; jeżeli nad nim potrzymamy chłodny

talerz, na talerzu osiadzie para wodna; cukier składa się więc z węgla i wody, czyli z węgla, wodoru i tlenu. Takim samym sposobem przekonać się można, że błonnik, krochmal czyli mączka, guma, składają się również z węgla i wody. Można jeszcze innym sposobem przekonać się o tem. Kwas siarczany checiwie pochłania wodę zewsząd, skąd tylko ją zdobyć może i dla tego nawet używa się do wysuszenia ciał wilgotnych; otóż jeżeli do tego kwasu włożymy drewno, kawałek cukru lub mączkę, zobaczymy, że te ciała wnet się zwęglą, tak jak gdyby się opaliły, pozostaje z nich tylko czarny węgiel; gdy kwas siarczany wydobył z nich wodę, pozostał tylko węgiel, widocznie więc składają się one z węgla i wody. Z tego powodu wszystkie te ciała, t. j. błonnik, mączkę, gumę i cukier nazywamy razem wodanami węgla.

Wszystkie te ciała stanowią więc razem jedną grupę ciał podobnych do siebie; mają bowiem wszystkie jednakowy skład, a przytem mogą zamieniać się jedne w drugie. Mączka np. czyli krochmal, gotowana w kwasie siarczanym lub solnym rozcieńczonym wodą, zamienia się w gumę, podobną do tej, którą znaleźliśmy w mące, a gdy dalej jeszcze gotujemy, zamienia się ona w końcu w cukier gronowy. Gdy miękisz chleba żujemy długo w ustach, czujemy smak słodki, w chlebie bowiem znajduje się mączka, która w ślinie ust zamienia się w cukier; w soku żołądkowym mączka prędzej jeszcze zamienia się w cukier. Gdy ziarna jęczmienia moczymy w wodzie, stają się one słodkie, nazywamy je wówczas słodem, mączka tych ziarn zamieniła się w cu-

kier. Mączkę czyli krochmal można więc różnemi sposobami zamienić w cukier, przyczem naprzód zamienia się ona zawsze w gumę, a potem dopiero w cukier. Błonnik w żywej roślinie często zamienia się w śluz, który jest rodzajem gumy, gdyż także ścina się spirytusem i w cukier zamienić się może; śliwki, wiśnie, jabłoni często, jak wiemy, zawierają taki śluz lepki, gęsty, który powstał z błonnika. Wszelką gumę roślinną, czy to taką, jaka zawiera się w mące, czy też np. arabską, senegalską i t. p., albo też śluz powstały z błonnika, można zawsze tak samo jak mączkę zamienić w cukier gronowy. I cukier trzcinowy czyli krystaliczny, takim samym sposobem w cukier gronowy przechodzi. A więc błonnik, mączka, gumy, cukry mogą się łatwo w siebie zamieniać i w końcu przechodzą zawsze w cukier gronowy, a przy tem wszystkie one składają się jednakowo z węgla i wody, wszystkie więc są wodanami węgla.

Ciała białkowate, t. j. białko roślinne, gluten, legumina i t. p. nie są już podobne do wodanów węgla, nie mogą zamienić się w cukier, składają się nietylko z węgla, wodoru i tlenu, lecz jeszcze z azotu, a zwykle jeszcze z siarki i fosforu. Azot, siarka i fosfor połączone są ze znacznie większą ilością węgla, wodoru i tlenu w jedno ciało. I owe trujące ciała w roślinach, czyli alkaloidy, składają się również jak i białkowate z węgla, wodoru, tlenu i azotu, nie zawierają tylko siarki ani fosforu. Takie ciała, jak ciała białkowate i alkaloidy, które prócz węgla, wodoru i tlenu zawierają jeszcze w swym składzie azot, nazywamy wogóle ciałami azotowemi.

Wodany węgla, jak widzieliśmy, składają się tylko z węgla, wodoru i tlenu, nie zawierają azotu wcale, tak samo tłuszcze, żywice, wosk, większa część kwasów nie zawierają azotu i składają się również tylko z węgla, wodoru i tlenu, choć nie można ich nazwać wodanami węgla, bo wodór z tlenem mieszczą się w nich w takim stosunku, że nie mogłyby utworzyć wody. Wszystkie takie ciała organiczne, nie zawierające azotu, nazywamy razem ciałami bezazotowemi. Zarówno ciała azotowe, jak i bezazotowe znajdują się tylko w roślinach i zwierzętach, nigdy w minerałach i dla tego nazywamy je razem związkami organicznymi. Woda zaś i sole mineralne, choć również znajdują się w każdej roślinie i w każdym zwierzęciu, stanowią jednak osobne minerały, znajduwane wszędzie w ziemi, nie tylko w ciałach żywych; nazywamy je dla tego związkami mineralnemi czyli nieorganicznymi.

W jaki sposób wszystkie te ciała w roślinie się tworzą, o tem mówić będziemy później. Teraz zbierzmy wszystko, cośmy o składzie rośliny mówili i zestawmy to w tabliczkę, która ułatwi zapamiętanie i przypomnienie tych dość zawitych rzeczy. Rozpatrując tę tabliczkę, należy starać się objaśnić, co każda nazwa w niej umieszczona znaczy, gdzie się te wszystkie ciała znajdują, z czego każde z nich się składa i jakie ma własności (ale uczyć się na pamięć tych nazw nie potrzeba, z czasem same się w pamięci utrwalą).

Związki organiczne

Azotowe (t. j. złożone głównie z węgla, wodoru, tlenu i azotu). *Ciała białkowe* (np. białko, gluten, legumina i t. p.). *Alkaloidy* (np. morfina, chinina, nikotyna, atropina, strychnina i wiele innych).

Bezazotowe (t. j. złożone tylko z węgla, wodoru i tlenu). *Wodany węgla*, np. błonnik, także drzewnik i korek), mączka, guma, cukier.

Tłuszcze t. j. oleje, a także *żywice* (np. żywica sosnowa, terpentyna, kamfora, kalfonia, kauczuk, olejki i in.), *wosk* i inne ciała mało zbadane.

Kwasy (np. szczawiowy, winny, jabłkowy, cytrynowy i in.).

Związki nieorganiczne czyli mineralne

Woda
Sole mineralne (Magnezya, soda, potaż, wapno, gips, żelazo, sól kuchenna i inne).

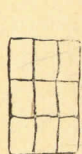
VII. Ustrój wewnętrzny roślin. Komórka i tkanki.

Wiemy już z jakich ciał rośliny się składają. Trudno te wszystkie ciała zapamiętać, ale też nie chodzi o to, żeby umieć zawsze wszystkie wyliczyć, lecz tylko o to, aby porządnie rozpatrzyć się w tem wszystkiem, co się w roślinie znajduje. Prócz tego musimy poznać, jak są te ciała ułożone w roślinie, czy każde oddzielnie w innem narządzie, lub w innej części rośliny, czy też wszystkie razem zmieszane.

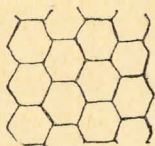
Gdy rozpatrujemy powierzchnię rośliny lub jej wnętrze, nie widzimy wcale nigdzie oddzielnie ani białka, ani mączki, ani innych ciał. Można je zobaczyć tylko rozpatrując roślinę przez szkła silnie powiększające, czyli przez drobnovidz. Gdy z korzenia, łodygi lub liścia, albo innego narządu rośliny zetniemy bardzo cienki kawałek przezroczysty i taki skrawek rozpatrzymy pod drobnovidzem, zobaczymy zawsze, jak to już mówiliśmy, że składa się on z mnóstwa pęcherzyków, przylegających do siebie, które nazywamy komórkami.

Każda roślina, każda jej cząstka najmniejsza, wzięta z powierzchni, czy wnętrza, zawsze składa się z komórek. W jednych miejscach rośliny zobaczymy komórki mniejsze, w innych większe, różne nieraz w rozmaitych roślinach, lecz zawsze prawie tak drobne, że gołym okiem nie możemy ich dostrzedz. W niektórych roślinach komórki te są kuliste (rys. 1), w innych roślinach, lub w innych narządach tej samej rośliny znajdziemy znów komórki o powierzchniach czworokątnych (rys. 3), tak jak pudełka jed-

nakowej wielkości przylegające do siebie, lub o ściankach pięcio albo sześciokątnych (rys. 4), albo też innego kształtu, gdyż w różnych miejscach miewają one postać najrozmaitszą.

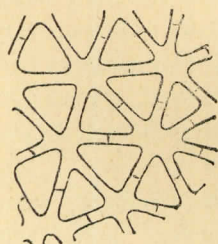


rys. 3.



rys. 4.

Jeżeli komórki są kuliste, to pomiędzy nimi pozostają miejsca wolne, gdyż ciała kuliste nie mogą tak ściśle przylegać do siebie, aby pomiędzy nimi nie było pustych przestrzeni (rys. 1); tak samo jeżeli mają formę niepravidłową, rozgałęzioną (rys. 5) i t. d. Takie wolne miejsca nazywamy przestrzeniami międzykomórkowymi. Jeżeli zaś komórki ograniczone są ściankami czworokątnymi, lub np. sześciokątami,



rys. 5.

wówczas mogą przylegać do siebie ściśle i między nimi nie ma żadnych miejsc wolnych.

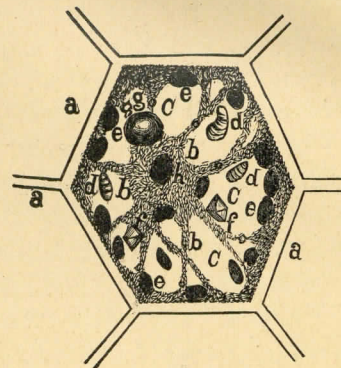
Zobaczmy teraz czem jest pojedyncza komórka i z czego się ona składa.

Każda komórka w roślinie jest przedewszystkiem otoczona, to jest objęta wokoło cienką, czasami grubą ścianką (rys.

6, a), tak jak np. jajko kurze skorupką; ta ścianka ma postać rozmaita, jest bądź kulistą, bądź wielokątną i ona to właśnie nadaje kształt całej komórce. Ścianka ogranicza komórkę ściśle ze wszystkich stron i ochrania wewnętrzne części komórki od wpływów zewnętrznych np. od zbyt silnego działa-

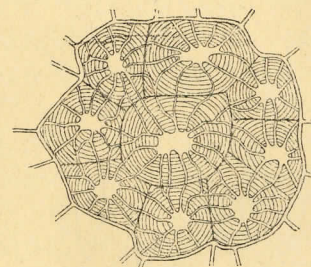
nia ciepła lub zimna, od działania promieni słonecznych, wilgoci, od uszkodzeń i t. d.

Wiemy już, że tem się właśnie różnią głównie komórki roślinne od zwierzęcych, że otoczone są ściankami, podczas gdy komórki zwierzęce są nagie, nie obłożone wcale. Ścianka komórki utworzona jest z błonnika; jeżeli jest starą to często bywa zdrzewniała (drzewnik) lub skorkowaciała (korek), często



rys. 6.

niszczy się i rozpływa w gumowy śluz, spływający w przestrzenie międzykomórkowe, czyli jak powiadamy, śluzowacieje. Póki jest młoda, nie zdrzewniała, ani skorkowaciała, nie zniszczona i nie ześluzowaciała, rośnie na objętość i na grubość; często grubiej nawet tak, że nie pozostaje wewnątrz komórki już wcale miejsca na inne ciała, bo zawsze rośnie zarówno w kierunku ku wnętrzu komórki, jak i w odwrotnym. Przez takie grube ścianki woda by przesiąkała z trudnością, gdyby w niej nie tworzyły się kanałiki (rys. 7 i 17),



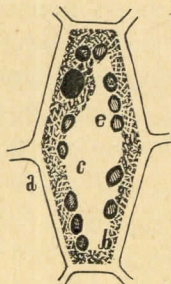
rys. 7.

t. j. części niezgrubiałe, przez które woda przechodzić może swobodnie z jednej komórki do drugiej. Z powodu tego, że ścianka w jednych miejscach grubieje, w innych nie, to gdy się na jej powierzchnię patrzymy, widzimy na niej jakby różne wzory powyrysowywane, gdyż w jednych miejscach lepiej prześwieca, w innych gorzej; widzimy na niej ujścia t. j. otwory tych kanalików, czasami okrągłe, to znów wydłużone i t. d. Zgrubiała ścianka wydaje się uwarstwioną, t. j. złożoną z warstw leżących na sobie, jakby z wielu ścianek, obejmujących jedna drugą.

Wszystkie inne ciała, jakie dawniej poznaliśmy w roślinie, t. j. ciała białkowate, wodany węgiel, tłuszcze, kwasy i t. d. mieszczą się we wnętrzu komórki, otoczone właśnie dokoła tą ścianką utworzoną z błonnika, która je ochrania. Przedewszystkiem we wnętrzu komórki zobaczyć można jej część najważniejszą, bezbarwną, gęstą, płyn ziarnisty, złożony z mieszaniny ciał białkowatych. W komórkach wielu roślin widzimy, iż ta gęsta masa porusza się, przelewa i krąży wewnątrz komórki; gdy ją za silnie ogrzejemy lub oziębimy, oświetlimy silnie lub zaciemnimy, podziałamy iskrą elektryczną i t. p., wówczas ona kuczy się, przestaje się poruszać, a po pewnym czasie, gdy nastąpi znów spokój, pocznie dalej krążyć. Widzimy z tego, że żywe białko różni się od białka wydobytego z rośliny lub zwierzęcia — i swoją budową i zdolnością poruszania się, i tem, że jest wrażliwe na dotknięcie, ciepło i inne bodźce. Takie żywe, czyli organizowane białko nazywa się plazmą, albo protoplazmą, a po polsku zarodzią (rys. 6 b).

Wewnątrz zarodzi dostrzedz zwykle można ciałko wyraźniejsze, które nazywamy jądrem komórki. Zaródź z jądrem stanowi najważniejszą część każdej komórki, każdej rośliny i zwierzęcia, bo jak już mówiliśmy, w niej kryje się życie. Wprawdzie nie we wszystkich roślinach dostrzeżono ruch plazmy, lecz we wszystkich wyróżnia się ona mniejszą lub większą wrażliwością, złożoną budową, zdolnością wytwarzania innych ciał, np. przetwarzania pokarmów na cząstki swego własnego ciała lub na cząstki błonnika, które przykłada do ścianki komórkowej, lub które wsuwa pomiędzy dawniejsze cząstki tej ścianki, i innemi dziwnymi własnościami (np. zdolnością rozmnażania się), o których później mówić będziemy, a które są właściwe tylko ciałom żywym. Zaródź rośnie przez wnikanie. Ścianka, zaródź i jądro stanowią zasadnicze części każdej komórki roślinnej, która tym sposobem ma budowę taką samą, jak np. jajko kurze, również otoczone skorupką i złożone wewnątrz z masy białkowej i żółtka, jakby z zarodzi i jądra. Zaródź żywa jest jednak jeszcze zawsze złączona z pewną ilością wody; jednak za wiele jej przyjąć nie może, a gdy jej ma za mało, zamiera, tak samo jak zamiera, gdy ją umieścimy w zbyt wysokiej (wyżej 50 stopni), lub w zbyt niskiej temperaturze. Prócz tej wody, jednostajnie złączonej z całą masą zarodzi, znajdują się jeszcze w zarodzi wolne miejsca, jakby woreczki wypełnione wodą oddzielnie bez plazmy, tak że zaródź nie całe wnętrze komórki wypełnia. Te miejsca wodą wypełnione nazywamy wodniczками; są one często tak wielkie, że dokoła jądra leżącego po-

środku komórki znajduje się tylko trochę plazmy, wypuszczającej odnogi ku ściance, pod którą również znajduje się cienka warstwa plazmy wyściełająca wewnętrzną powierzchnię ścianki; reszta zaś wnętrza komórki są to wodniczki (rys. 6 c). Temi odnogami krąży zaródź od jądra ku ściance, posuwając się pod ściankę i powraca innymi odnogami ku jądru, aby znów zwrócić się ku ściance i t. d. Taki ruch plazmy nazywamy krążeniem (*circulatio*).

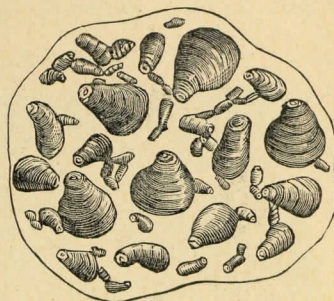


rys. 8.

W komórkach niektórych roślin tworzy zaródź tylko cienką warstwę pod ścianką, pod którą krąży dokoła wraz z jądrem w niej się znajdującem, ruchem kołowym (*ratatio*); całe zaś wnętrze komórki stanowi tylko jedną wielką wodniczkę (rys. 8). W miarę, jak do komórki wsiąka woda z sąsiednich komórek, wodniczki wciąż powiększają się.

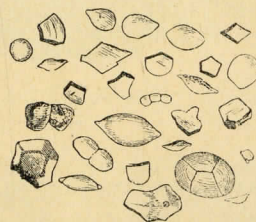
W wodzie wypełniającej wodniczki, rozpuszczone są kwasy, guma, cukier, alkaloidy i wszystkie inne rozpuszczalne w wodzie ciała, o ile znajdują się w komórce rośliny; w tej wodzie pływają też krople tłuszczów (rys. 6 g), lub olejków, jeżeli są w tych komórkach. Woda ta wraz z ciałami w niej rozpuszczonemi nazywa się sokiem komórkowym. Ścianka komórkowa, zaródź z jądrem i wodą, znajdują się w każdej żywej komórce, inne ciała, rozpuszczone w soku komórkowym, lub leżące w nim w postaci stałych ziarn, mogą być zawarte w komórkach niektórych tylko organów.

Najczęściej znajdujemy we wnętrzu niemal każdej komórki roślinnej, oprócz protoplazmy z jądrem i soku komórkowego, drobne ziarenka bezbarwne (rys. 6 d) mączki (bo mączka tylko w wielkiej masie wydaje się białą), które botanicy nazywają inaczej ziarnami skrobi (dawniej nazywano też krochmal „rzerzyską”, najlepiej nazywać mączką, albo skrobią, bo „krochmal” jest to zepsuty dawny wyraz niemiecki „Kraftmehl”). Otóż te bezbarwne ziarna skrobi czyli mączki



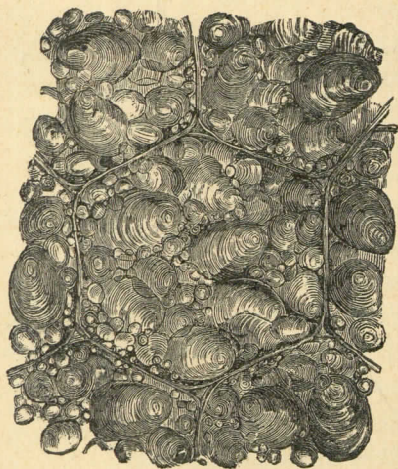
rys. 9.

bywają w różnych roślinach rozmaitego kształtu; największe, gruszkowatej postaci, wyraźnie uwarstwione, t. j. złożone jakby z obrączek, są ziarna skrobi ziemniaków (rys. 9); w pszenicy znów są te ziarna okrągłe, przypłaszczone, formy soczewkowatej (rys. 10), słabo uwarstwione, w innych roślinach mają inną różną postać i budowę, tak, że z kształtu ich można poznać z jakiej rośliny pochodzą, co jest dość ważne, zwłaszcza przy wykrywaniu zafałszowań pokarmów mąką. W komórkach niektórych organów i w komórkach wielu całych roślin są te ziarna skrobi nieliczne, lecz np.



rys. 10.

w komórkach bulw kartoflanych i wielu nasion znajdują się one w ogromnej ilości, wypełniają całą komórkę (rys. 11). Można sobie wyobrazić, jak drobnymi są te ziarna mączki, skoro ich się może tyle pomieścić w komórce, która przecież sama jest tak drobną, że bez pomocy silnie powiększających szkieł gołym



rys. 11.

okiem dojrzeć jej nie można.

W komórkach liścia lub zielonych narządów rośliny, prócz tych wszystkich ciał, można dojrzeć jeszcze małe ziarna, zabarwione na zielono barwnikiem zielonym, który nazywamy zielenią, albo chlorofilem; same ciała tym barwnikiem za-

barwione złożone są z tej samej materii co i zaródź i nazywają się ciałkami zieleni (rys. 6 e). Ponieważ jest ich wiele w każdej komórce zielonego narządu rośliny, przeto nadają one całemu narządowi barwę zieloną; bez nich byłby np. liść bezbarwny lub inaczej zabarwiony. Te ciała zieleni, jak się potem przekonamy, są ciałami bardzo ważnymi dla roślin i zwierząt, bo bez nich nie mogłaby

roślina wytwarzać ciał organicznych z pierwiastków mineralnych. W komórkach korzenia marchwi są znów ciała, zawierające cząstki zabarwione pomarańczowo; tak samo lub inaczej zabarwione ciała lub zabarwiony sok mieści się w komórkach barwnych płatków korony w kwiecie.

Te ciała, które nadają barwę ciałkom zieleni, ciałkom w komórkach marchwi lub płatków, które zabarwiają sok komórkowy, lub inne ciała, nazywamy barwnikami.

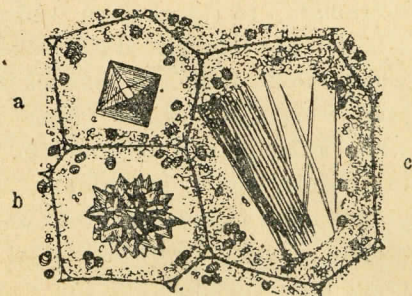
Oprócz zieleni, czyli chlorofilu, są, jak się przekonamy, tylko trzy główne barwniki: żółty, różowy i niebieski.

Do ciał napotykanych w komórce należą jeszcze sole, rzadko mineralne (sól kuchenna), najczęściej organiczne (zazwyczaj szczawian wapnia).

W niektórych komórkach można je zobaczyć oddzielnie w postaci pojedynczych kryształków (rys. 12 a, rys. 6 f), lub kryształków związanych w grupy (rys. 12 b), albo jako t. zw. „rafidy” t. j. wiązki kryształków igielkowatych (rys. 12 c).

Tym sposobem poznaliśmy już najważniejsze części składowe komórki roślinnej.

Każda komórka jest jakby oddzielnem poniekąd ciałem żywym, które się odżywia, rośnie, rozmnaża



rys. 12.

i t. d. choć jest niezmiernie drobną cząstką całej rośliny, całego ciała żywego, złożonego najczęściej z niezliczonej ilości takich komórek. Do każdej komórki roślinnej wsiąka wciąż woda przez młodą ściankę z komórek sąsiednich; wsiąka nawet wody więcej, aniżeli się jej w komórce pomieścić może, gdyż zawarte w komórce białko, mączka, a zwłaszcza cukier i sole są to ciała przyciągające wodę ku sobie. Wskutek tego, jeżeli ścianka komórkowa nie jest jeszcze zdrzewniała, ani skorkowaciała, to wsiąkająca wciąż woda rozciąga ją, ścianka bowiem jest dość rozciągliwa. Z tego powodu młoda komórka powiększa się, rośnie. Prócz tego wsiąkają z wodą różne rozpuszczone w niej ciała, któremi zaródz komórki się żywi, stąd zaródz też rośnie. Dalej, jak wiemy, wytwarza zaródz z tego pokarmu ściankę komórkową, która wrasta w dawniejszą ściankę i powiększa ją; ciałka zieleni wytwarzają inne ciała organiczne wewnątrz komórki, tak, że ilość ciał w komórce powiększa się. Słowem, cała komórka rośnie, najpierw dla tego, że się żywi, a powtórnie i głównie dla tego, że woda wypełniając komórkę, rozciąga jej ściankę.

Gdy komórka dorośnie do pewnej objętości, wzrost jej ustaje, natomiast poczyną się komórka rozmnażać, t. j. dzielić na dwie komórki w następujący sposób: naprzód jądro rozpada się na dwa jądra, potem zaródz rozpada się na dwie części, z których każda gromadzi się dokoła jednego jądra, tak że w jednej komórce mamy dwie zarodzie, a w każdej z nich jądro, wreszcie pomiędzy temi dwiema plazmami tworzy się nowa ścianka, która przegradza

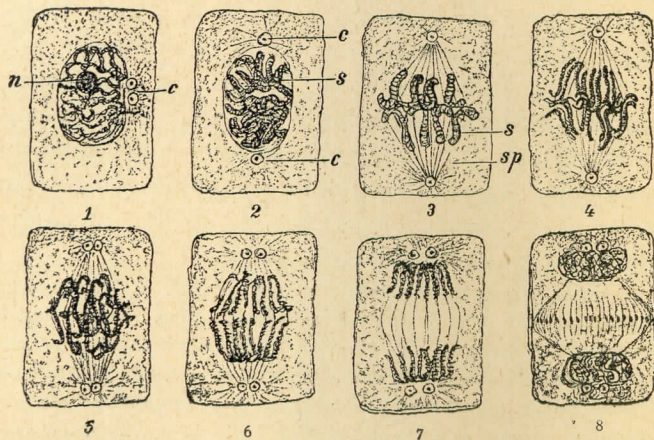
całą komórkę na dwie połowy. Tym sposobem z jednej komórki powstają dwie, rozumie się o połowę mniejsze. Każda z tych dwu komórek jednak odżywia się, rośnie i dochodzi do takiej objętości, jak ta, z której powstała. Wówczas mamy na miejsce jednej już dwie duże komórki. Każda z tych dwu komórek tworzy znów takim samym sposobem dwie, o połowę mniejsze, które wkrótce przez wzrost powiększają się i znów się dzielą i t. d. Tak więc z jednej komórki powstają naprzód 2, potem 4, potem 8, dalej 16, 32, 64 i t. d.; w ten sposób gdy w roślinie ilość komórek ciągle się powiększa, a każda komórka oddzielnie rośnie, musi rosnać i cała roślina. Po pewnym czasie stare komórki drzewnieją lub korkowacieją, wskutek czego ich wzrost i rozmnażanie ustaje, a młode, niedawno utworzone rosna i dzielą się dalej.

Podział komórek nie odbywa się jednak w tak prosty sposób, jak to wyżej opowiedzieliśmy, gdyż zanim jądro ostatecznie rozpadnie się na dwie oddzielne części, zachodzą w niem ciekawe i złożone zjawiska. Obok jądra leżą 2 małe ciałka (centrosfery), które, gdy komórka ma się rozmnożyć, odsuwają się od siebie i stają na 2 przeciwległych punktach jądra (rys. 13, 1 c, 2 c). Wewnątrz jądra widzimy zwiniełą w kłębek nić, która w czasie podziału jądra grubieje, rozpada się na kilka lub kilkanaście oddzielnych nici krótkich, układających się przy sobie w jednej płaszczyźnie, dzielącej jądro na dwie połowy (rys. 13, 2 s, 3 s).

Te zgrubienia przyjmują różną postać, np. postać litery S, albo V i są osadzone na cienkich niteczkach, schodzących się z sobą wrzecionowato na dwóch przeciwległych końcach jądra, jakby na 2 jego biegunach, podczas gdy zgrubienia zajmują płaszczyznę równika jądra. Bieguny przypadają w punktach, w których stanęły centrosfery (rys.

13, 3 *sp.*). Wkrótce każde zgrubienie rozdziela się wzdłuż na 2 części (rys. 13, 4), a każda taka część odpływa do innego bieguna, gdzie te części łączą się z sobą (rys. 13, 5, 6, 7). Tak całe jądro podzieliło się na dwa małe oddzielne jądra, złożone z pogiętej nici, a połączone z sobą cienkimi nićmi (rys. 13, 8). Każda centrosfera również rozpada się na dwie (rys. 13, 5—8).

Teraz dokoła każdego z nowopowstałych jąder skupia się część zarodki komórki tak, że cała zaródz również roz-



rys. 13.

pada się na dwie oddzielne części, a w każdej z nich jest jedno jądro. Wówczas wytwarza się daleko więcej nici cienkich, łączących jądra z sobą, a pośrodku każdej nici tworzy się małe zgrubienie (rys. 13, 8). Następnie zgrubienia te zlewają się z sobą i tworzą ściankę komórkową, która przegradza całą komórkę na 2 oddzielne komórki. W każdej z tych dwu komórek jest teraz plazma z jądrem; każda z nich rośnie, a po pewnym czasie tak samo się dzieli na 2 komórki; ale nowa ścianka, która powstanie w tych komórkach utworzy się prostopadle do poprzedniej

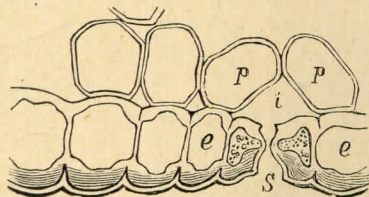
ścianki. Tak każda następna ścianka jest zawsze prostopadłą do tej, która się przed nią wytworzyła.

Zarodek, który, jak pamiętacie, znajduje się w nasieniu rośliny, powstaje początkowo z jednej komórki; ta komórka, rosnąc i dzieląc się, tworzy zarodek, złożony już z wielu komórek; młoda roślinka, która powstaje z tego zarodka, ma komórek jeszcze więcej, a w miarę jak rośnie, ilość komórek w roślinie wciąż się powiększa przez podział. Dojrzała roślina składa się już z niezliczonej ilości komórek, przylegających do siebie, lub najczęściej zrosłych z sobą ściankami tak, że jedną komórkę od drugiej przegradza tylko pojedyncza ścianka, powstała przy podziale komórki.

Ściawszy z jakiegokolwiek miejsca typowej rośliny cienki i przezroczysty kawałek i rozpatrzywszy go pod drobnowidzem, zobaczymy mnóstwo komórek, ułożonych ściśle przy sobie wzdłuż i wszerz tego skrawka, czyli ułożonych w jednej płaszczyźnie; zobaczymy więc jedną warstwę komórek. Każdą warstwę komórek nazywamy tkanką. W jednej tkance są zwykle wszystkie komórki mniej więcej jednakowej wielkości, jednakowego kształtu i służą roślinie do tych samych czynności. Ale komórki różnych tkanek często dość znacznie się różnią; każda typowa roślina składa się z mnóstwa takich różnych tkanek. Można mianowicie zawsze w typowej roślinie odróżnić 3 rodzaje tkanek: 1) zewnętrzną, otaczającą dokoła całą roślinę, czyli naskórek; 2) wszystkie pod naskórkiem leżące tkanki, wypełniające całe wnętrze narządu, czyli t. zw. razem tkanki zasadnicze; 3) niektóre części wśród tkanek zasadniczych, złożone z podłużnych rurek leżących przy sobie, czyli wiązki rurkowe.

Naskórek, pokrywający łodygę, gałęzie, liście i inne narządy stanowi tkankę, w której wszystkie

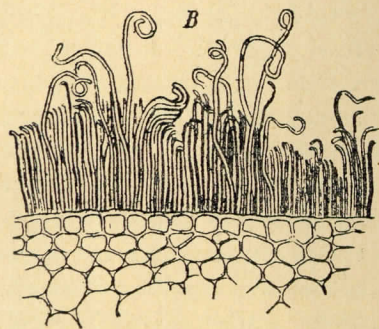
komórki są z sobą zrosłe bokami; zewnętrzne ścianki tych komórek, t. j. ścianki stykające się z powie-



rys. 14.

trzem są zgrubiałe i skorkowaciałe (rys. 14). W komórkach naskórek (wyjawszy naskórka niektórych tyłkorośli), niema

ciałek zieleni, (nawet w naskórku liścia) ani innych ciał barwnych, jest on więc bezbarwny. Nazewnątrż bywa naskórek niekiedy pokryty cienką warstewką wosku; w jakich to zwłaszcza bywa roślinach i po czym wosk poznać można, o tem mówiliśmy już poprzednio (str. 65). Wosk ułożony jest na naskórku ziarnami lub nitczkami (rys. 15), wrastającymi w ścianki komórek. Często znów wiele komórek naskórka wydłuża się i tworzy włoski, które w niektórych roślinach dzielą się po-

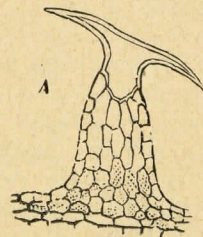


rys. 15.

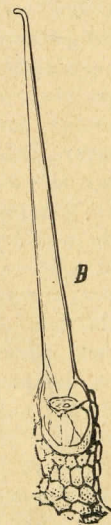
przecznymi, a czasami i podłużnymi przegródkami, tak, że każdy włoszek jest wielokomórkowy, lub też nie mają takich ścianek, tak, że włoski są komórkami pojedynczemi (rys. 16).

W naskórku liścia i niektórych innych organów znajdują się jeszcze liczne otworki, mogące się otwierać i zamykać, przez które dokonywa się wymiana gazów pomiędzy rośliną i powietrzem.

Otworki te, z których każdy objęty jest dwiema komórkami zgiętymi, mogącemi się powiększać, a przez to, zbliżając się ku sobie, zamykać otworek, albo się zmniejszać i przeto go odsłaniać, nazwano szparkami (rys. 14, s); szparki te są rozumie się, tak drobne, że dojrzyć je można tylko pod drobnowidzem; będziemy o nich poniżej mówili obszerniej. Z tego, że ścianki naskórka są zgrubiałe, skorkowaciałe, a w dodatku często pokryte woskiem lub włoskami, widać, że naskórek jest przeznaczony do ochrania rośliny



rys. 16.



od wilgoci, nie przepuszcza wody deszczowej do wnętrza rośliny, ani nie pozwala wodzie znajdującej się w roślinie parować, bo wiemy, że korek nietylko wody, lecz i pary wodnej nie przepuszcza (dlatego to używamy korków do zatykania naczyń z płynami, które wówczas ani wysychać, ani wylewać się nie mogą); wosk również wody nie przepuszcza. Prócz tego naskórek ochrania całą roślinę od zbyt silnego działania promieni słonecznych i od innych szkodliwych wpływów.

Miedzy innymi chroni naskórek roślinę od pasorzytów, t. j. owadów, pleśni, grzybków i innych istot, któreby w roślinę wnikały i niszczyły. Dlatego to np. owoce otoczone nieuszkodzoną skórką można długo przechowywać w stanie świeżym, lecz najmniejsza ranka na naskórku owocu wystarcza, aby przez nią dostała się pleśń, wskutek czego owoc zaczyna gnić.

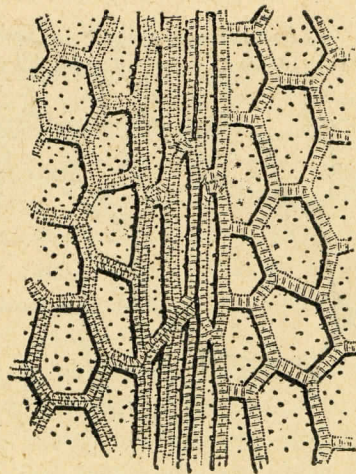
Często zdarza się, że rośliny, które, rosnąc swobodnie na otwartem powietrzu, nie są nigdy napastowane przez owady, mogące je niszczyć, pokrywają się jednak mnóstwem mszyc lub wszy roślinnych, które je zjadają, gdy hodujemy te rośliny w mieszkaniu. Dzieje się to wskutek tego, że w mieszkaniu mają rośliny mniej światła, z tego powodu naskórek niedostatecznie się wykształca, pozostaje cienki i łatwo może być przegryziony przez owady. Z tej przyczyny i korzeń, który nigdy nie otrzymuje wiele światła, ma naskórek cienki. Gdybyśmy taką roślinę z mszycami przenieśli z mieszkania w miejsce otwarte i wystawili na działanie słońca, zniszczałaby zupełnie, bo przez taki cienki naskórek woda szybko by na słońcu z rośliny parowała, roślina uschłaby i zginęła. Można roślinę taką wyleczyć jedynie przenosząc ją w bardziej oświetlone miejsce i pozostawiając tam przez czas pewien, a następnie w miejsce jeszcze silniej oświetlone, gdzie znów ją na czas jakiś pozostawiamy i t. d., stopniowo przyzwyczajając do światła, aby naskórek miał czas zgrubieć.

Pod naskórkiem leżą rozmaite inne tkanki, wypełniające całe wnętrze rośliny, często niepodobne jedno do drugich; nazywamy je razem tkankami zasadniczymi.

W młodych, rosnących jeszcze narządach, w soczystych owocach i t. p. znajdujemy wiele tkanek złożonych z komórek soczystych, wielkich, zawierających zaródź z jądrem i sok komórkowy, a otoczonych cienkimi ściankami; stanowią one razem jeden system tkanek zasadniczych, t. zw. miękisz gąb-

czasty. Pomiędzy górnym i dolnym naskórkiem liścia znajdują się także tkanki, których komórki zawierają jeszcze liczne ciała zieleni; dlatego te tkanki nazywamy miękiszem zieleniowym.

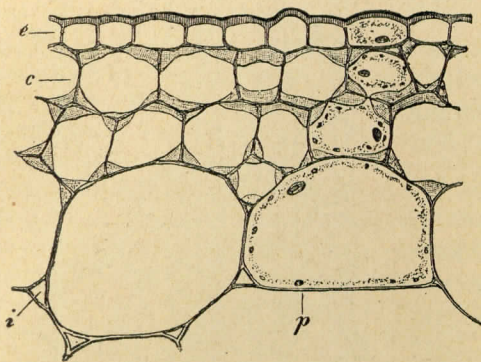
Twarde znów, zdrzewniałe narządy, jak części w pniu drzewa, pestki owoców i t. p. złożone są z tkanek, których komórki mają ścianki zdrzewniałe; ten system tkanek nazywamy twardzielą (rys. 17 i 18); twarde ziarna rozrzucone w mięsie gruszki, które dobrze znamy, są pojedynczymi wielkimi komórkami zdrzewniałymi, lub małymi grupami takich komórek (wygląda to tak jakby nasiona gruszki były niegdyś otoczone dokoła jedną twardą skorupą, czyli pestką taką, jaką widzimy np. w śliwce).



rys. 17.

Trzeci rodzaj tkanek, wiązki rurkowe, o których zaraz mówić będziemy, jest otoczony dokoła tkankami, złożonymi z komórek, których ścianki są również zdrzewniałe; komórki tych tkanek są zwykle długie i wąskie, nazywają się włóknami i żadnej prawie we wnętrzu swem nie mają zawartości; są one, jak zobaczymy, bardzo wytrzymałe na zginanie.

Pod naskórką łodyg, ogonków, nerwów liści wielu roślin znajdują się często jeszcze tkanki, których komórki zawierają dużo wody, i otoczone są ściankami 5-cio, lub 6-ciokątnymi, zgrubiałymi w kątach (rys. 18), tak, że każda krawędź jest na dwóch swoich końcach grubsza i ma skutek tego jakby postać litery T podwójnej, t. j. **┐**. Jeżeli się kiedy przypatrzyli szynom, po których biegają ciężkie



rys. 18.

pociąg, zauważyliście zapewne, że każda szyna ma podobną postać, t. j. u góry jest grubsza, ku dołowi się zwęża, a podstawę ma znów szerszą, tak, że w poprzecznym przekroju ma również postać **┐**, czyli jak to mechanicy nazywają, postać dwuteową. Taki sam kształt mają belki żelazne podtrzymujące znaczne ciężary; mechanika uczy bowiem, że podpory o takim przekroju są najwytrzymalsze na ciśnienie. Tkanki złożone z komórek, których ścianki mają taki przekrój, stanowią system zwany zwarcicą i mieszczą się w narządach, wystawionych na zgięcie pod ciśnieniem innych organów rośliny, które są przez nie podtrzymywane; tak np. ogonki muszą stawiać opór

ciśnieniu cięższych od nich blaszek przez nie podtrzymywanych.

Pomiędzy tkankami zasadniczymi, o których właśnie mówiliśmy, we wnętrzu organów przebiegają rurki podłużne, przechodzące wzdłuż całego korzenia i łodygi, rozchodzące się po gałęziach, gałązkach, liściach i innych narządach. Leżą one zwykle przy sobie po kilka lub kilkanaście, tworząc wiązkę. Takich wiązek jest w każdym korzeniu i łodydze wyższych roślin wiele. Rurkami, z których się te wiązki składają, rozchodzą się po roślinie soki odżywiające ją, tak jak w ciele ludzkim rozchodzi się krew żyłami, czy raczej tętnicami.

Jedne rurki są w roślinie od dołu do góry mniej więcej równe, nie zwężone, i zawierają tylko rozrzedzone powietrze, wodę wraz z solami mineralnymi wstępującymi z wodą z ziemi przez korzeń i podnoszącymi się w roślinie ku górze; nazywamy je rurkami naczynnymi.

Inne znów rurki są w pewnych odstępach przegrodzone ściankami poprzecznymi, ale podziurawionymi jak sitka, tak, że nie przeszkadzają krążeniu po nich soku. Sok ten nie jest już wodą, lecz złożony jest z zarodki i innych ciał organicznych, i płynie w kierunku odwrotnym, t. j. z góry ku dołowi; te rurki nazywamy rurkami sitkowymi.

I naczynne i sitkowe rurki tworzą w roślinie wiązki, otoczone dokoła pochwą, złożoną z komórek podłużnych, czyli włókien, o ściankach grubych i zdrzewniałych. Z tego powodu wiązki rurek naczynnych i sitkowych tworzą jakby twardy szkielet rośliny, bo takie wiązki są sztywne i trwałe, a choć

dają się giąć i rozciągać silnie, nie łatwo się jednak łamią. Są one wytrzymalsze od drutów żelaznych lub innych metalicznych, tak, że cała roślina wspierając się na nich, może utrzymać się prosto, a pod siłą wiatru gnie się, ale nie łamie. Takie wiązki można zobaczyć, rozerwawszy jakąś zielną łodygę lub ogonek liścia; wystające końce niteczek są właśnie wiązkami. Bardzo dobrze można je zobaczyć



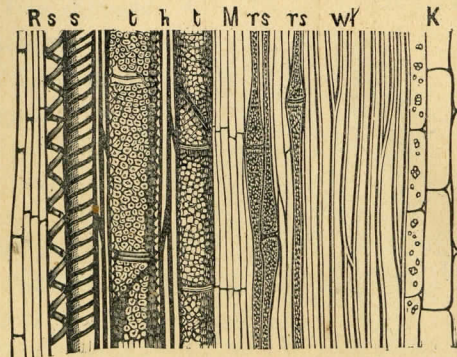
rys. 19.

w liściach t. zw. babki większej (Plantago major), która u nas rośnie wszędzie po drogach, łąkach, pod płotami, na skraju trawników i t. p. miejscach i ma szerokie liście owalne w rozetkę na ziemi ułożone. Weźmy jeden liść tej babki i trzymając blaszkę w jednym ręku, a ogonek w drugim, rozciągnijmy go ostrożnie tak, aby ogonek oderwał się od blaszki; można tym sposobem wyciągnąć z ogonka długie grube wiązki, które po rozerwaniu liścia łączą jeszcze ogonek z blaszką (rys. 19).

W obumarłych roślinach, opadłych jesienią liściach, gniją powoli wszystkie miękkie części, lecz sieć wiązek, stanowiących twardy szkielet rośliny, pozostaje jeszcze długo. Takie szkielety łatwo wszędzie znaleźć pomiędzy butwiejącymi liśćmi w lasach, czy ogrodach. Gdy dobrze wysuszony w książeczce cienki liść trzepiemy ostrożnie szczoteczką, pozostaje również taki szkielet, który podtrzymuje w roślinie wszystkie miękkie części, tak jak szkielet człowieka podtrzymuje jego ciało. Wiązki te przebiegają we

wnętrzu korzenia, łodygi gałęzi i gałązek, przechodzą przez ogonek, rozgałęziają się w blaszce liścia nerwami, widzimy je również w kwiatach i owocach. Jeżeli sobie wyobrazimy szereg komórek, stojących jedna na drugiej, to łatwo zrozumieć, że z tych wszystkich komórek może utworzyć się jedna rurka, jeżeli poprzeczne ścianki, oddzielające komórki od siebie, zanikną; tak tworzą się rurki z komórek w bardzo młodych narządach.

Wyżej mówiliśmy, że ścianki komórek mogą być w jednym miejscu zgrubiałe, w innym nie, i z tego powodu, gdy się na komórkę patrzymy, widzimy na jej ściankach rysunki wzorzyste. Ponieważ rurki naczynne powstały ze zlania się komórek, przeto i na naczyniach widzimy często takie same wzory. Na obocznym rysunku 20 przedstawiona jest w znacznym powiększeniu część wiązki rurkowej, w której widzimy jedne rurki naczynne jakby z obrączkami, gdyż ścianki komórek, z któ-

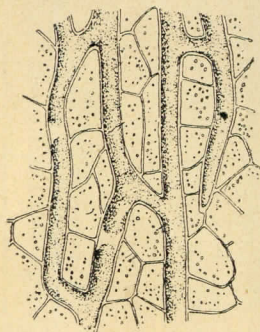


rys. 20.

rych ta rurka powstała, utworzyły w pewnych miejscach zgrubienia w postaci obrączek (komórki takie zwiemy obrączkowymi), inne rurki mają zgrubienie przebiegające w postaci linii śrubowej (rys. 20, s), komórki z takim zgrubieniem nazywamy spiralnymi lub cewkami, dalej spotykają się rurki prążkowane, dziurkowane, otoczkowe (t) i inne. Dokoła wiązki naczynnej

znajdują się zdrzewniałe włókna (*M*), tworzące pochwę, za nią, bliżej ku powierzchni łodygi, przebiegają rurki sitkowe (*rs*) tworzące wiązkę, znów otoczoną włóknami (*wł*). Pomiędzy wiązką naczynną i sitkową znajdują się zwykle komórki tkanki zasadniczej. Często wiązka naczynna z sitkową otoczona jest tylko jedną wspólną pochwą, tworząc wiązkę naczynno-sitkową; mówiliśmy już o tem, że takich wiązek naczynnych i sitkowych, lub też naczynno-sitkowych przebiega w łodydze, korzeniu i t. d. przy sobie wiele.

W bardzo młodych częściach narządów, mianowicie w poczynających rosnąć wierzchołkach łodyg i gałązek, w osiach ich pączków, czy w koniuszczkach korzeni niema jeszcze żadnych wyróżnionych



rys. 21.

tkanek, ani naskórka, ani rurek; komórki tworzą tam tylko miękisz gąbczasty, którego tkanki są jednakowe. Później dopiero, w miarę, jak taki narząd się rozrasta, poczynają się z dawniejszych komórek tworzyć różne tkanki; zewnętrzna tkanka grubieje i zamienia się w naskórek, niektóre wewnętrzne komórki tworzą rurki naczynne lub sitkowe.

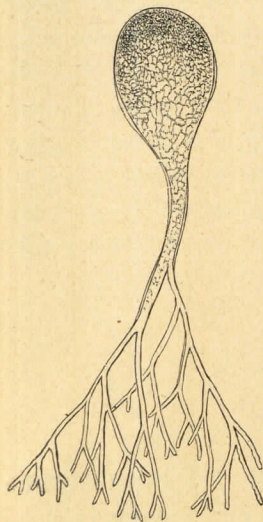
Oprócz tych rurek, któremi płyną soki pożywne, są jeszcze w niektórych roślinach inne kanały dla płynów. Wiemy już, że między komórkami są często przestrzenie międzykomórkowe; otóż szereg takich przestrzeni, stojących jedno nad drugimi, tworzy często jakby rurki, ale przez nie już nie

płyną soki pożywne, lecz przeciwnie, soki niepotrzebne roślinie, wydzielane przez nią, np. ów śluz, który się tworzy z psujących się ścianek komórkowych, o którym mówiliśmy, alkaloidy, żywica, kauczuk, terpentyna i t. p.. Taki sok jest często zabarwiony na białe (t. zw. sok mleczny), jak np. w fikusach, w maku, w mleczu i t. d., na żółto lub pomarańczowo, np. w glistewniku czyli jaskółczem zielu, albo też jest innej barwy; dlatego kanały, któremi sok taki płynie, nazywamy naczyniami barwiciowymi (rys. 21), lub jeżeli mają sok biały, naczyniami mlecznymi, choć w rzeczywistości, jak widzicie, kanały te właściwie naczyniami nie są; w niektórych roślinach tworzą się one jak naczynia z komórek i zawierają prócz wydzielin i skrobię.

VIII. Rośliny jednokomórkowe. Różniczkowanie narządów. Walka o byt i przystosowanie.

Poznaliśmy komórki i tkanki, z których składa się rośliny, nie wszystkie jednak rośliny mają budowę tak bardzo złożoną. Wiemy już, że na wilgotnych miejscach porastają często bardzo drobne roślinki zielone, które pod drobnowidzem wyglądają jakby oddzielne zielone kuleczki. Każda taka kuleczka jest osobną rośliną; na zewnątrz jest ona otoczona błoną bezbarwną, wewnątrz znajduje się zaródź, czyli protoplazma z jądrem, sok komórkowy

i ciała zieleńi, a więc jest to jedna pojedyncza komórka; roślinkę tę, porastającą na korze drzew, ziemi wilgotnej i t. p. miejscach nazywamy pierwotkiem (Protococcus). Tak samo owe najdrobniejsze niewidzialne gołem okiem istoty, zwane bakteriami są również pojedynczymi komórkami, bezbarwnymi, nie zawierającymi ciałek zieleńi, ani nawet jądra, są bowiem złożone tylko z obłonionej bryłki zarodki.



rys 22.

Mamy więc na ziemi istoty, nie złożone z tkanek, ani naczyń, gdyż każda z nich jest pojedynczą tylko komórką; te jednokomórkowe istoty należą już do istot najprostszych. Taka jednokomórkowa istota rośnie i odżywia się, a po pewnym czasie rozpada się, tak jak każda komórka, przez podział na 2 części, które się całkowicie od siebie oddzielają

i żyją oddzielnie, żywiąc się i rosnąc, potem znów dzielą się na 2 części i t. d.

Taka najprostsza jednokomórkowa istota nie ma żadnych organów, z wyjątkiem chyba zarodników, o których już nieco wzmiankowaliśmy; niektóre jednak rośliny jednokomórkowe posiadają jakby zaczątki innych narządów. Nad brzegami rowów i błot widzieć można często jasnozielony nalot; rozpatryw-

szy go pod drobnowidzem, widzimy, że i on składa się z drobnych roślin jednokomórkowych. Każda taka roślina jest zieloną komórką, której błonka u dołu nieco się wydłuża i rozgałęzia, tworząc coś podobnego do korzonka (rys. 22); nazywamy tę roślinę gronianką (Botrydium). Kto chce, może uważać to bezbarwne rozgałęzienie u gronianki za osobny narząd, nawet za korzeń, bo temi rozgałęzieniami roślina ta przytwierdza się do ziemi. Ale korzeń służy wszystkim roślinom do pobierania wody i innych mineralnych pokarmów z ziemi i jest bardzo złożonej budowy, bo składa się z wielu różnych tkanek komórkowych, otoczony jest na zewnątrz naskórkiem, wewnątrz znajdują się tkanki zasadnicze i wiązki rurek naczynnych i sitkowych, otoczonych pochwą i t. d.; ten zaś bezbarwny organ gronianki nie tylko nie jest złożony z różnych tkanek i naczyń, ale nawet nie jest oddzielną komórką, bo wraz z całą gronianką stanowi tylko jedną komórkę, i wcale nie służy wyłącznie, jak korzenie innych roślin, do pobierania pokarmu z ziemi, bo woda i sole mineralne mogą wsiąkać w groniankę przez całą jej powierzchnię. Z tych powodów narząd ten nazywamy zwykle nie korzeniem lecz chwytnikiem.

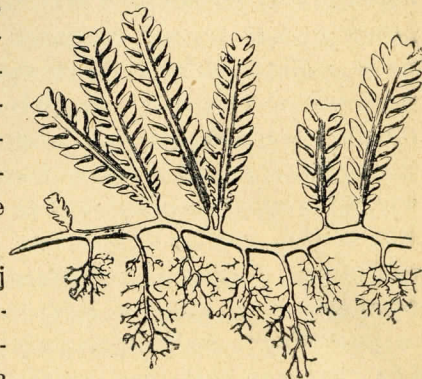
Roślina mająca chwytник, choćby była pojedynczą komórką, jest już o jeden stopień wyższą, t. j. bardziej rozwiniętą, aniżeli jednokomórkowe rośliny bez chwytnika i bez innych narządów. Ciało jej jest już wyróżnione na dwie części różnego kształtu, różnego składu i przeznaczenia; wyróżniły się w nim, czyli zróżniczkowały jakby dwa odrębne narządy. Być może, że taka gronianka np. wytwor-

rzyła się początkowo z rośliny kulistej, podobnej do pierwotka, nie mającej jeszcze chwytніка, dlatego np., że jakaś jej część była pogrążona w ziemię i nie mogła wskutek tego zazielenić, bo roślina zielenieje tylko na świetle; potomstwo tej roślinki jednak mogło mieć już taką samą nie zieloną część, naprzód dlatego, że już tę własność odziedziczyło po roślinie macierzystej, a powtóre dlatego, że żyło przeważnie w podobnych warunkach.

Jeżeli w ten lub inny sposób powstałe zboczenie lub nabyta jakaś własność jest szkodliwą dla rośliny, wówczas roślina na tem cierpi, rośnie gorzej i krócej aniżeli inne podobne rośliny, które tej wady nie mają, wydaje wskutek tego mniej liczne lub słabsze potomstwo, które odziedzicza tę wadę i wreszcie, jeżeli jest to wada ważna i trwa przez kilka pokoleń, to ten gatunek roślin staje się coraz słabszy, wyradza się i wreszcie ginie. Jeżeli zaś jest to własność pożyteczna, jeżeli np. ułatwia roślinie pobieranie pokarmu, utrzymanie się w miejscu sprzyjającym jej życiu, ochrania ją od szkodliwych wpływów, czy przynosi jej inną korzyść, wówczas roślina taka rośnie lepiej, aniżeli inne podobne do niej, lecz nie mające tej własności, lub ma inną nad nie-mi życiową przewagę, żyje dłużej, czy też staje się trwalszą, wytrzymalszą i silniejszą, wydaje liczniejsze i silniejsze potomstwo, dziedziczące tę samą własność korzystną. Wśród tego potomstwa jedne rośliny będą miały tę własność silniej, inne słabiej rozwiniętą, bo niema przecież dwóch istot zupełnie do siebie podobnych; te, które ją mają w silniejszym stopniu, wezmą wkrótce przewagę nad pozo-

stałemi, będą znów lepiej i dłużej żyły, wydadzą liczniejsze i silniejsze potomstwo. W ten sposób wytworzą się z biegiem pokoleń rośliny stale i wyraźnie różniące się od tych, z których pierwotnie powstały, czyli wytworzy się nowy gatunek. Tak mógł powstać naprz. gatunek jednokomórkowych roślin, opatrzonych chwytnikiem, z takich, które chwytніка nie posiadały. W taki sam sposób z jednych, czy z drugich, zależnie od warunków, w jakich żyją, mogą się wytworzyć rośliny posiadające jeszcze inne narządy, czy też inne własności.

W wodzie morskiej istnieje roślina, która tak samo jak pierwotek lub gronianka jest jednokomórkowym wodorostem,



rys. 23.

czyli glonem, choć na pierwszy rzut oka wydaje się, że jest złożona zupełnie z takich organów, jak rośliny wysoko rozwinięte, posiada bowiem jakby łodyżkę, z której z jednej strony wyrastają chwytniki w postaci korzonków, z drugiej zaś jakby płaskie liście (rys. 23). Tę roślinę nazywamy pełzatką (Caulerpa). Chwytniki jej jednak nie są korzeniami, tak samo jak chwytniki gronianki; owe płaskie jej narządy, również jedynie zewnętrzną postacią przypominają liście. Wszystkie jej narządy nie mają ani

tej budowy, jak narządy roślin wyższych, ani jeszcze w zupełności nie wykonywają oddzielnych czynności. Cała pelzatka wraz ze wszystkimi jej narządami stanowi razem tylko jedną rozgałęzioną komórkę.

Pelzatka zarówno jak gronianka i t. p., wskazują, w jaki sposób rośliny złożone z rozlicznych narządów, mogły wytwarzać się z roślin najprostszych. Tak zróżniczkowane części rośliny dały jej przewagę nad innymi roślinami prostszymi, gdy bowiem roślina znalazła się w złych warunkach życia, wówczas jej chwytники zagłębione w ziemi, łatwiej mogły otrzymać z ziemi wilgoć i ciała mineralne, liście, jako części płaskie i szerokie, otrzymywały więcej światła i powietrza tak niezbędnego dla roślin, aniżeli rośliny kuliste, nie zróżniczkowane, tak, że rośliny z takimi narządami łatwiej mogły się utrzymać przy życiu w złych warunkach, czyli jak to powiadamy, były lepiej przystosowane do warunków, podczas, gdy inne, mniej rozwinięte, ginęły.

Owe bardziej rozwinięte rośliny z czasem coraz silniej się różniczkowały, bo te osobniki ich potomstwa, które posiadały takie narządy lepiej rozwinięte, miały przewagę nad innymi, lepiej też żyły i przekazywały tę cechę potomstwu, w którym niektóre osobniki posiadały cechę tę w jeszcze wyższym stopniu, jeszcze więc lepiej i dłużej żyły, wydawały znów liczniejsze i silniejsze pod tym względem potomstwo, a jeżeli z biegiem pokoleń powstawała w tych różniczkujących się narządach nowa jakaś cecha pożyteczna, nowa zmiana korzystna, która również takim samym sposobem się utrzymywała, na-

rzędy te stawały się z czasem jeszcze bardziej różne od pierwotnych.

W ten sposób z biegiem lat czy wieków wytwarzał się nieznacznie i stopniowo nowy gatunek roślin. Każde następne pokolenie tem bardziej miało możność wyróżnienia się, że zwykle zawiera więcej własności od poprzedniego, bo jednokomórkowe rośliny często rozmnażają się w ten sposób, że dwie komórki zlewają się z sobą i wytwarzają przez to trzecią (tak samo i u wyższych roślin, dwie części, np. pyłek i zalążek, zlewają się z sobą i wytwarzają potomstwo, nasienie); ta trzecia komórka powstała ze złączenia się dwóch pierwszych, jest ich potomstwem, zawiera w sobie własności jednej i drugiej rodzicielskiej komórki, czyli ma dwa razy więcej cech od każdego rodzica.

Gdy taki osobnik drugiego pokolenia złączy się z innym osobnikiem drugiego pokolenia, mającym, rzecz jasna, także dwa razy więcej cech od osobnika pierwszego pokolenia i wyda potomstwo, to trzecie pokolenie ma znów 2 razy więcej cech od osobników drugiego pokolenia, czyli 4 razy więcej od osobników pierwszego pokolenia; tak samo czwarte pokolenie będzie miało 8 razy więcej cech od pierwszego, piąte mieć będzie 16 razy więcej cech od pierwszego i t. d.; 12-te np. pokolenie będzie już miało tym sposobem 2048 razy więcej cech i t. d. W każdej więc roślinie tkwią właściwie miliony cech odziedziczonych po przodkach, ale nie wszystkie te cechy występują na jaw, większość ich pozostaje w ukryciu; gdy jednak roślina znajdzie się w takich warunkach, że jakaś ukryta jej dotąd cecha może

jej przynieść w tem życiu korzyść, wówczas cecha ta staje się czynną i ważną, daje roślinie przewagę nad innymi roślinami nie posiadającemi tej cechy, ułatwia jej życie i przystosowanie się do tych warunków, i w następnych pokoleniach, jeżeli one żyją, dalej w tych samych warunkach występuje coraz bardziej na jaw, utrwała się i rozwija.

Poznaliśmy kilka roślin jednokomórkowych. Podobnego ustroju były prawdopodobnie wszystkie rośliny pierwotne.

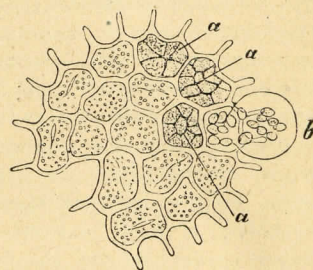


rys. 24.

Niektóre bakterye, a także niektóre wodorosty czyli glony żyją w skupieniu po kilka, albo kilkanaście i są razem otoczone kawałkiem śluzu, jakby na wpół płynną, napęczniałą błoną (pamiętamy, że ścianka komórkowa może i u wyższych roślin zamienić się w śluz). Wygląda to już poczęści tak, jakby te istoty stanowiły razem jedną istotę żyjącą, ale w tem skupieniu każdy osobnik żyje jeszcze sam dla siebie, może się łatwo odłączyć od innych i żyć oddzielnie; takie skupienie nazywamy wogóle kolonią śluzową. Są jednak pomiędzy wodorostami i grzybami istoty złożone z kilku lub kilkunastu komórek zrosłych z sobą w jedną całość. Pomiedzy naszymi wodorostami np. niektóre wyglądają jakby długie cienkie zielone nici; gdy je rozpatrujemy pod drobnowidzem, widzimy, że nie taka składa się z kilkunastu lub więcej komórek zrosłych z sobą, ale tylko wzdłuż, w jednym kierunku, tak, że wszystkie komórki leżą jedna za drugą w jednym szeregu (rys. 24). Wśród innych znów wodorostów widzimy pod drobnowidzem niektóre, złożone jakby tylko z jednej tkanki, t. j. z komórek leżących nietylko wzdłuż, lecz i wszerek tak, że tworzą warstwę komórek, ale tylko jedną; pod nią ani nad nią więcej warstw niema (rys. 25). Takie najprostsze wielokomórkowe istoty powstały prawdopodobnie z jednoko-

mórkowych, np. w taki sposób, że niektóre jednokomórkowe, podzieliwszy się na dwie lub więcej komórek, nie rozeszły się, lecz pozostały złączone, a ponieważ ta cecha musiała się okazać pożyteczną, utrwałała się w następnych pokoleniach.

Jednocześnie w tych roślinach wielokomórkowych poczynna wytwarzać się różnica w znaczeniu oddzielnych komórek; często już spotykamy osobniki złożone z jednej warstwy komórek, w której nie wszystkie komórki wykonywują jednakowe czynności: tylko niektóre komórki np. rozradzają się i wydają potomstwo, komórkę, która dzieli się na części pozostające w złączeniu i tworzące taki sam wielokomórkowy osobnik; rys. 25 a i b przedstawiają tworzenie się zarodników, inne znów komórki pobierają pokarm nietylko dla siebie, lecz i dla innych komórek tegoż osobnika; jeszcze inne komórki ochraniają cały osobnik, lub poruszając się, pociągają za sobą wszystkie inne. Każda komórka przestaje być po-niekąd oddzielnym osobnikiem i staje się tylko częścią przeznaczoną na usługi całości.



rys. 25.

Tak powstaje powoli podział pracy, podział czynności życiowych, pomiędzy różne części ciała żywego, a ponieważ taki podział pracy jest dla istoty żywej pożyteczny, bo każda część wykonując tylko jedną czynność, może ją lepiej wykonywać, przeto i ta cecha coraz wybitniej występuje u wyższych roślin i staje się ogólną zasadą w roślinach typowych.

Pomiedzy najniższymi roślinami znajdujemy istoty jeszcze bardziej złożone, bo zbudowane z kilkunastu czy też i bardzo wielu komórek, złożonych już nie w jednej płaszczyźnie, lecz w trzech kierunkach; takie istoty mają więc komórki ułożone na długość, szerokość i wysokość, czyli

tworzą bryły. Rozumie się, że w takich istotach musiał się wytworzyć tembardziej jeszcze podział pracy, bo np. wewnętrzne komórki ochronione zewnętrznymi i nie mające styczności z otoczeniem, nie mogą samodzielnie pobierać pokarmu z otoczenia, pozostawiając tę czynność, zarówno jak i ochronę całego osobnika, ruch i tym podobne czynności, komórkom zewnętrznym; same zaś zając się wskutek tego muszą tylko przetwarzaniem soków pożywnych, dopływających z komórek zewnętrznych, gromadzeniem ich, rozdzielaniem pomiędzy inne komórki, albo wyłącznie rozmnażaniem, czy innemi czynnościami. Te osobniki, w których zewnętrzne komórki pod wpływem powietrza i słońca lepiej zgrubiały, są lepiej zabezpieczone i mają w tem przewagę nad innymi, lepiej żyją i coraz lepiej rozwijają tę cechę w następnych pokoleniach; tak mogą się wytworzyć osobniki otoczone naskórkiem. Tak samo każda inna część rośliny tem lepiej spełniać będzie swe przeznaczenie, przypadające na nią z podziału pracy, im lepiej będzie do niego przystosowaną z postaci, budowy i innych własności; a więc wskutek podziału pracy różne części rośliny coraz bardziej kształtem i ustrojem wyróżniać się będą.

W morzu rosną wielkie wodorosty, podobne trochę z postaci do ogromnych drzew, złożone z niezliczonego mnóstwa komórek, ale znacznie posuniętego podziału czynności pomiędzy części tych roślin, jeszcze nie widzimy. Dolna część ich jest tylko chwytnikiem, obejmującym kamienie czy inne podwodne przedmioty, górna jest rozplaszczona nakształt liści, które jednak nie wykonywują żadnych specjalnych czynności; roślina taka przyjmuje pokarm całą swoją powierzchnią. Rozradzaniem jednak zajmują się tylko niektóre komórki wierzchołkowe, a cała warstwa zewnętrznych komórek, otaczających roślinę, tworzy prosty bardzo naskórek; wszystkie inne komórki całego ciała są jednakowe i oddzielnych tkanek jeszcze nie tworzą. Różne tkanki poczynają wyróżniać się dopiero u wyższych roślin. Każda tkanka tem lepiej wykonywa

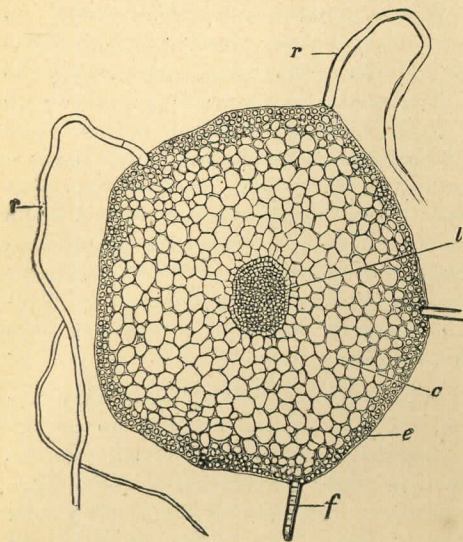
swoją czynność, tem lepiej służy roślinie i zapewnia jej byt, im lepiej jest przystosowaną do tej czynności.

W miarę więc jak coraz bardziej zmieniały się warunki życia różnych roślin, utrzymywały się przy życiu najlepiej te rośliny, których nietylko zewnętrzna postać, lecz i wewnętrzny ustrój najlepiej do tych warunków się przystosowywał, których tkanki mogły najdogodniej rozmaite czynności spełniać. W ten sposób wewnętrzny ustrój roślin coraz bardziej się różniczkował. Każda tkanka typowej złożonej rośliny jest, jak widzieliśmy, zastosowaną do swej czynności, t. j. ma budowę i własności odpowiadające jej przeznaczeniu. W tak złożonej roślinie, każda część wykonywa odrębną, sobie właściwą tylko czynność, niezbędną jednak do podtrzymania bytu całej rośliny i korzystną z czynności, jakie inne części dla niej wykonywują. Z roślin jednokomórkowych, jedna pojedyncza komórka jest całym osobnikiem, wykonywującym wszystkie czynności życiowe; w roślinie typowej żadna komórka, żadna pojedyncza tkanka, ani żaden oddzielny organ nie jest osobnikiem, lecz zawsze tylko częścią osobnika.

Choć każda komórka typowej rośliny ma wszystkie własności istoty żywej, bo odżywia się i rośnie do pewnego czasu, oddycha i rozmnaża się przez podział, złożona jest z żywej, wrażliwej, a często i ruchliwej zarodki, starzeje się wkońcu i zamiera, jest ona tylko częścią całej rośliny, z którą całe jej życie jest związane, korzysta z czynności wszystkich innych komórek i wykonywa czynności dla podtrzymania życia całej rośliny. Pojedyncze komórki zrosłe są z sobą ściankami, przez które jednak przenikają cienkie nici zarodki, łączące z sobą zarodzie sąsiednich komórek, tak, że wszystkie bryłki zarodki, rozmieszczone w oddzielnych komórkach rośliny, są z sobą takimi niemi połączone, stanowią razem jakby jedną całość, jakby jedną zaródź, jedno ciało żywe i wrażliwe.

Zaczątek każdej nowej rośliny jest zawsze pojedynczą tylko komórką, która przez podział wy-

tworzą ciało wielokomórkowe, powiększające się wciąż dalej przez podział coraz bardziej; w ciele tem następnie różniczkują się coraz silniej oddzielne tkanki i narządy. W ten sposób każda pojedyncza roślina jest z początku tylko komórką, nie mającą żadnych narządów; potem ciałkiem wielokomórkowym,



rys. 26.

także jeszcze nie wyróżnionym w oddzielne narządy, które powstają dopiero stopniowo i powoli z biegiem czasu; a więc każda pojedyncza roślina przebiega pokrótce te same koleje, które przeszedł cały jej ród w ciągu wieków, począwszy od najprostszych

roślin jednokomórkowych, jakie pierwotnie na ziemi się zjawiały, aż do tej złożonej postaci, jaką obecnie posiada.

Przypatrując się budowie rozmaitych roślin, widzimy, że najprostszymi są wodorosty czyli glony, nie mające jeszcze wcale wyróżnionych tkanek, z wyjątkiem chyba dość prostej budowy naskórka wodorostów morskich; również niezłożonej budowy są grzyby.

Bardziej złożone są już mchy, bo ich lodyżka zawsze otoczona jest naskórkiem (rys. 26, *e*), wewnątrz są tkanki zasadnicze (*c*), a w samym środku lodyżki przechodzi wzdłuż jakby oś, walec złożony z innych bardzo drobnych, lecz wydłużonych komórek (*l*); gdyby poprzeczne ścianki tych wydłużonych komórek zanikły, utworzyłaby się z tego walca wiązka rurek, t. j. naczyń, ale takich naczyń nigdy w mchach niema. Można więc powiedzieć, że mchy zajmują miejsce pośrednie pomiędzy roślinami niższymi, beznacyniowcami i wyższymi, w których już są naczynia. Mówiliśmy już o tem, że mchy nie mają jeszcze, tak jak i wodorosty, właściwego korzenia, lecz tylko pojedyncze cienkie włoski (*r*), wyrastające z lodyżki; listki zaś mchów, złożone są tylko z jednej tkanki (z wyjątkiem przechodzącego przez ich środek nerwu).

Paprocie, skrzypy i widłaki, o których wspominaliśmy, a także wszystkie rośliny kwiatowe, mają już narządy takie jak korzeń, lodygę, liście, złożone zawsze typowo z różnych tkanek wszystkich trzech rodzajów, t. j. z naskórka, tkanek zasadniczych i wiązek złożonych z rurek naczynnych i sitkowych.

Im bardziej złożoną jest roślina, im bardziej różnaitą jest jej budowa, tem wyżej jest rozwinięta, tembardziej skomplikowane jest jej życie, lecz też tembardziej jest ono zależne od najrozmaitszych warunków i dlatego wyższe rośliny są bardziej narażone na zgubne wpływy, są mniej wytrzymałe, aniżeli niższe, łatwiej giną i zmieniają się od nich. Wiemy już, że te postacie roślin, jakie widzimy obecnie, jakie wytworzyły się z dawniejszych prost-

szych, mogą w taki sam sposób z tych samych powodów zmieniać się dalej, tak, że z czasem wytworzą się nowe formy roślin nie podobne do tych jakie mamy obecnie. Czasami można otrzymać sztucznie w podobny sposób nową odmianę, nawet w dość krótkim czasie, np. marchew dzika z cienkim korzeniem przeniesiona na dobry grunt i odpowiednio pielęgnowana, zamienia się już po kilku pokoleniach w znaną odmianę szlachetną z grubym korzeniem mięsistym. Ogrodnicy poczęli dopiero w 1802 roku pielęgnować georginię, z niewielkim żółtym kwiatem, tylko dziko przedtem rosnącą, a obecnie istnieją już tysiączne jej odmiany rozmaitej postaci i barwy. Najczęściej jednak takie zmiany zachodzą tak stopniowo i powoli, że nieraz potrzeba całych wieków, aby wytworzyły się tak znaczne różnice. Któż nie podziwiał różnobarwności barw i postaci, jakie przedstawiają znane wszystkim, przez ogrodników pielęgnowane bratki; a przecież te wszystkie różne odmiany powstały tylko z dwu dziko rosnących gatunków bratka z drobnymi kwiatkami. Najliczniejszym w gatunki rodzajem roślin, jest rodzaj jastrzębca (*Hieracium*), a każdy jego gatunek ma bardzo liczne jeszcze odmiany, tak że wszystkich nawet zliczyć nie sposób; jeden np. gatunek jastrzębca, zwany kosmatkiem (*Hieracium pilosella*), liczy przeszło 2800 odmian i form pokrewnych znanych; wszystkie te odmiany wytworzyły się widocznie z jednego gatunku pod wpływem różnych warunków, w jakich osobniki tej rośliny żyły w różnych miejscach i w różnym czasie.

W jaki sposób powstały wszystkie dziś istniejące gatunki roślin, wiedzieć dokładnie nie możemy; ale z tego, cośmy dotąd mówili, widzimy, że prawdopodobnie wytwarzały się one pod wpływem zewnętrznych warunków w jakich żyły, jedne z drugich, różniczkując się coraz bardziej, z pierwotnych roślin jednokomórkowych. Dawniejsze formy roślin po części wyginęły, nie mogąc przystosować się do warunków, po części, a pomiędzy nimi nawet formy najprostsze, pozostały do dziś dnia nie o wiele zmienione. Przypuszczenie to opieramy na tem, że: 1) dawniejsze zaginione rośliny, których skamieniałe szczątki znajdujemy dziś w ziemi, były wszystkie prostszej budowy, aniżeli obecne, i jakieśmy widzieli, tem prostszej budowy, im były dawniejsze, im wcześniej na ziemi żyły; 2) wszystkie dzisiejsze rośliny dają się również ułożyć w szereg rozmaitych postaci, poczynając od najprostszych, przedstawiających tylko jedną komórkę i przechodząc stopniowo przez coraz bardziej złożone formy, aż do roślin typowych, bardzo złożonych; 3) każda roślina powstająca w macierzystem ciele, jest z początku pojedynczą komórką, przedstawia najprostszą postać rośliny, a w miarę jak się rozwija, przechodzi kolejno przez te same główne coraz bardziej złożone formy, jakby w niej powtarzały się dzieje powstania i rozwoju jej rodu na ziemi w krótkich i szybkich zarysach; 4) każda z żyjących dziś roślin może uleść nieznacznej zmianie pod wpływem zmiany warunków, w których żyje, utrwalić i rozwinąć tę zmianę w swych następnych pokoleniach

i tym sposobem wytworzyć stopniowo i powoli nową, nieco różną od poprzedniej, postać rośliny; zmianę taką wytworzyć można nawet sztucznie, czasami w stosunkowo dość szybkim czasie. Otóż na podstawie tych wszystkich danych przypuszczamy, że wszystkie rośliny powstały drogą powolnego rozwoju w ciągu tysiącleci z roślin pierwotnych, najprostszej budowy.

Jak widzieliśmy, dwie dziwne własności roślin są głównymi przyczynami, które powodują taki rozwój; 1) dziedziczność, dzięki której każda roślina przekazuje potomstwu swemu wszystkie te same cechy, które sama posiada, wskutek czego każda roślina podobną jest w głównych zarysach do rośliny, z której pochodzi; lecz u roślin rozmnażających się przez połączenie dwóch różnych części lub dwóch osobników w celu wydania potomstwa, każde następne pokolenie ma dwa razy więcej cech od poprzedniego i coraz bardziej się wskutek tego różni, a 2) zmienność, t. j. podatność roślin do ulegania w pewnych granicach nieznacznym zmianom, pod wpływem warunków zewnętrznych, skutkiem czego w roślinie powstają nowe cechy, niepodobne do cech tych roślin, z których powstały drogą rozmnażania. Nowe te cechy znów z powodu dziedziczności zostają przekazane następnym pokoleniom, mogącym, pod wpływem warunków, w jakich żyją, z kolei zmienić się nieznacznie i zmianę tę przekazać następnym pokoleniom, które wskutek tego jeszcze bardziej różnić się będą i t. d. Te dwie własności: dzie-

dziczność i zmienność, są jedynymi przyczynami, powodującymi rozwój roślin.

Gdyby jednak rośliny wszystkie wciąż się tylko rozwijały, gdyby ciągle się zmieniały i pozostawały przy życiu, powstałaby tak ogromna ilość rozmaitych postaci roślinnych, że ustalałyby niemal wszelka różnica pomiędzy gatunkami, bo pomiędzy nimi istniałyby najrozmaitsze, mało różniące się formy pośrednie, najrozmaitsze przejścia stopniowe od jednego gatunku do drugiego. Ale tak być nie może, bo nie wszystkie tworzące się rośliny pozostać mogą przy życiu. Rośliny mnożą się nadzwyczaj szybko, ale pożywienie dla nich tak szybko się nie zwiększa, dla większej części roślin powstających nie starczyłoby ani pożywienia, ani miejsca. Jedne rośliny zabierają pokarm innym, o ile więc jedne utrzymają się przy życiu, o tyle drugie z braku pokarmu zginąć muszą. Ten stosunek pomiędzy istotami żywymi nazywamy walką o byt.

Roślina w cieniu rośnie gorzej, aniżeli w świetle, jest słabszą i łatwiej zginie w tej walce o byt; tak samo rośliny, mające pod dostatkiem wilgoci, lepiej rosną i rozprzestrzeniają się, od tych, które cierpią z braku wilgoci; zamiast mówić, że rośliny pożąдают pożywienia, wilgoci, światła i t. d., powiadamy, że rośliny walczą o pożywienie, wilgoć, światło i t. d., czyli krótko, że rośliny walczą o byt. Walka o byt jest to więc nic innego, jak tylko dążenie do zdobycia pożywienia, wody, światła, ciepła i innych koniecznych do życia warunków. Rośliny i zwierzęta, które zdobywają sobie te warunki, rosną lepiej i rozprzestrzeniają się kosztem tych, które nie mogą sobie ich zdobyć. Ta walka o byt jest silniejszą pomiędzy roślinami podobnymi, aniżeli pomiędzy różnymi, bo podobne rośliny potrzebują też podobnego pokarmu i wzajem go sobie odbierają, a różne rośliny mniej sobie szkodzą. To też z podobnych sobie, tylko najsilniejsze i najbardziej od siebie różne pozostać mogą przy życiu, a wszystkie pośred-

nie, że słabiej rozwiniętymi narządami, giną. Stąd to pochodzi, że niema tylu różnych pośrednich form i że żyjące gatunki różnią się od siebie dość wyraźnie.

Z tego widzimy, że skutkiem walki o byt musi być to, że tylko silne t. j. przystosowane do warunków istoty pozostają przy życiu, że wytwarzać się muszą coraz silniejsze, coraz bardziej rozwinięte, lepiej przystosowane (skutek ten nazywamy do borem naturalnym roślin).

Silniejszymi w życiu nie koniecznie są te istoty, które mają więcej organów, lub narządy lepiej rozwinięte. Przeciwnie, brak jakiegos organu może także stanowić pewną siłę, ważną dla rośliny i dlatego najprostsze rośliny mogą żyć obok najwyżej rozwiniętych. Jeżeli roślina znajdzie się np. w takich warunkach, że może żyć i dobrze się odżywiać bez pomocy korzenia, to zyskuje ona w tem ważną broń, przewagę w walce z innymi roślinami, które muszą sobie z trudem zdobywać pożywienie i zużyć swe siły na odżywienie i wzrost tak bardzo złożonego narządu jak korzeń. Wszystkie np. rośliny zielone z trudem dobywają pokarm mineralny i przetwarzają go na organiczny; tymczasem grzyby, rosnące na ciałach gnijących organicznych, znajdują w nich już pokarm gotowy; nie potrzebują przeto wydobywać z ziemi ciał mineralnych, nie potrzebują tracić sił na przetwarzanie ich, nie potrzebne im są te wszystkie narządy, które mają rośliny zielone, i dlatego grzyby mogą mieć budowę prostszą, mogą mieć mniej narządów, a jednak są silne w walce o byt. Prawdopodobnie wytworzyły się one z wodorostów, gdy niektóre z nich znalazły się w takich warunkach, że mogły otrzymywać gotowy pokarm organiczny, przestały zdobywać sobie ciała mineralne; wówczas i chwytники i ciała zieleni stały się im niepotrzebne, narządy te przestały pracować i z biegiem pokoleń znikły, jak zanika każdy organ nieczynny.

Tak mogły wytworzyć się z wodorostów rośliny nie zielone i pozbawione pewnych narządów, a jednak dobrze się odżywiające, bo wyzyskujące już gotowy pokarm organiczny. Grzyby potrzebują do życia tylko wilgoci, gni-

jących ciał i powietrza, które wszędzie łatwo znaleźć mogą, światła zaś nie potrzebują, a więc grzyby są lepiej przystosowane do życia od wielu innych roślin, które do utrzymania swego bytu potrzebują więcej warunków.

Mchy, mogące pobierać wilgoć jak i grzyby, nawet z powietrza, lepiej żyć mogą, są lepiej do życia przystosowane, aniżeli rośliny, mogące pobierać wilgoć tylko z ziemi, gdzie często jej brak. Ze wszystkich roślin, któreby zaczęły rosnąć w ziemi nieobfitującej w wodę, najlepiej rozwinią się te, które mogą się obejść małą ilością wody; inne nie przystosowane do takiego gruntu, giną. Tak samo w cieniu lasu rosną tylko takie rośliny, które obejść się mogą małą ilością światła, inne giną i t. d.

W ten sposób wszystkie rośliny żyjące są przystosowane do warunków, w jakich żyją, bo rośliny nie mające odpowiednich własności, aby żyć w danych warunkach, muszą zginąć, i tylko takie pozostają przy życiu, które mają odpowiednią budowę, skład, postać i inne własności, aby żyć w danych warunkach. Ponieważ jednak te rośliny dalej się rozmnażają, ponieważ i pomiędzy nimi nastąpić musi walka o byt, przeto z tych roślin, przystosowanych do życia w danych warunkach, wiele znów zginąć musi i tylko silniejsze z nich, bardziej od innych przystosowane, pozostają. W ten sposób rośliny muszą coraz bardziej wyróżniać się od siebie.

Widzimy więc, że czynności rośliny zależą od jej własności wewnętrznych i od warunków zewnętrznych, gleby, wilgoci, światła, ciepła i t. d., a do czynności rośliny przystosowuje się cały jej ustrój, cała jej budowa i postać.

Zestawmy teraz główne formy roślinne, jakie poznaliśmy, pod względem ich ustroju:

Rośliny jednokomórkowe (np. pierwotek, gronianka, pelzatka i in. najprostsze wodorosty, bakterye i drobne grzybki).

Rośliny wielokomórkowe

złożone z luźnego skupienia komórek, czyli t. zw. *kolonie* najprostszych wodorostów i grzybów.

komórki zrosłe w 1-m kierunku (nitkowate wodorosty i pleśnie).

komórki zrosłe w 2-ch kierunkach (niektóre wodorosty).

złożone z komórek zrosłych z sobą.

komórki zrosłe w 3-ch kierunkach.

1) bez tkanek, lub tylko z naskórkiem (wielkie morskie wodorosty i grzyby).

2) z różnych tkanek, lecz bez naczyń (mchy).

3) z wszystkich 3-ch rodzajów tkanek (wszystkie rośliny z wyjątkiem wodorostów, grzybów i mchów).

IX. Znaczenie wody i gleby. Skład ziemi. Płodozmian, ugór, nawóz.

Poznawszy roślinę w ogólności, główne jej typy, główne narządy, skład i budowę, wypada poznać nam jeszcze, na czym polega jej życie, w jaki sposób i czym ona się odżywia, jak rośnie, jak się rozmnaża, jakie jeszcze czynności wykonywa.

Wiemy, że życie rośliny zależy od jej otoczenia, od ziemi, wody, powietrza i od innych warunków zewnętrznych; przedewszystkiem więc musimy poznać, czem jest i jakie znaczenie dla rośliny ma ziemia i woda, bo co do powietrza, to mówiliśmy już, że jest to mieszanina przeważnie tlenu i azotu, a o jego znaczeniu powiemy obszerniej później.

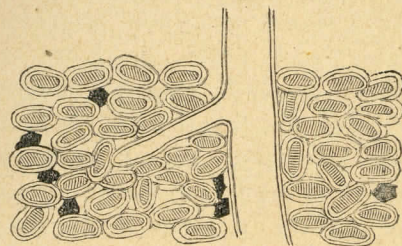
Ziemia, jak wiadomo, bywa różna: piaszczysta, wapienna, gliniasta i t. d., ale nie w każdej ziemi jednakowo dobrze rośliny żyć mogą; najlepiej żyją one w ziemi czarnej. Ta czarna ziemia, czyli czarnoziem, nie stanowi jednolitej masy zbitej, lecz jest złożona z osobnych grudek i ziarn, czasami suchych, a po deszczu lub roztopach wilgotnych. Wilgoć utrzymuje się w ziemi czarnej dość długo, woda nie przesiąka przez ziemię tak łatwo, jak przez piasek, ale też i nie zatrzymuje się na jej powierzchni, jak np. na glinie. A woda jest przecież dla roślin bardzo potrzebną, czarnoziem przeto jest już tem samem dla roślin dobrym gruntem, że dłużej w sobie wodę zatrzymuje. Woda wsiąka we wszystkie miejsca puste pomiędzy grudkami ziemi. tak, że każda grudka jest zawsze otoczona warstewką wody, która silnie do grudek tych przylega, tak, jak np. przylega do kawałka drzewa zmoczonego, lub innego ciała, z wyjątkiem ciał tłustych. Grudki ziemi, otoczone i przesiąknięte temi warstewkami wody, leżą przy sobie luźno, tak, że pomiędzy niemi swobodnie przechodzić może jeszcze powietrze, przenikające w ziemi wszystkie wolne przestrzenie, a powietrze to jest tak samo, jak i woda, niezbędnie potrzebne do życia korzenia rośliny, gdyż, jak zoba-

czymy, korzeń, tak samo jak każda inna część rośliny, żeby żyć, musi ciągle oddychać powietrzem.

Woda i powietrze, które korzeń, czy kielkujące nasienie, ciągle z ziemi pobiera, są najważniejszymi warunkami życia rośliny, a lubo je korzeń zabiera z ziemi, wciąż jednak same one do niego dopływają. Wiadomo, że jeżeli do dwóch naczyń, połączonych z sobą u dołu rurką, nalejemy wody, to woda przechodzi z jednego naczynia do drugiego i w obu naczyniach staje na jednakowej wysokości; jeżeli z jednego z tych naczyń ujmemy trochę wody, to w tejże samej chwili wysokość wody w obydwóch naczyniach znów się zrówna tak, że nigdy w jednym naczyniu nie może stać woda niżej, aniżeli w drugim, jeżeli oba są z sobą u dołu połączone. Wszystkie puste miejsca pomiędzy grudkami ziemi stanowią jakby wiele naczyń z sobą połączonych, tak, że woda zawsze łatwo przechodzi z jednego miejsca w drugie i wszystkie grudki jednakowo otacza. Gdy z jednego takiego miejsca woda ubywa, nie pozostaje ono pustem, bo wnet ze wszystkich innych miejsc przypłyne w to miejsce woda; w ziemi woda ubędzie, lecz wszędzie dokoła każdej grudki pozostanie ilość jej jednakowa.

Wyobraźmy sobie, że na rys. 27, miejsca zacienione są grudkami ziemi (powiększonymi dla lepszego uwidocznienia), linie, otaczające te grudki — to warstewki wody, miejsca puste — zajęte są przez powietrze, miejsca czarne są to ziarna piasku i t. p., przez grudki przechodzi oznaczony biało z konturem o podwójnych liniach korzeń rośliny z boczną odnogą. Gdyby woda ciągle nie przypływała w miejsca, skąd jej ubywa, to dokoła korzenia, który za-

biera najbliższe mu warstewki wody, pozostałoby miejsce puste i choć woda dalej w ziemi się znajduje, korzeń by jej nie otrzymał i roślina by uschła. Ale w miarę jak korzeń wodę zabiera, przypływa ku niemu woda świeża ze wszystkich innych miejsc ziemi, tworzą się małe strumienie wody, skierowane ku korzeniowi, który w ten sposób ciągle jest otoczony wodą, dopóki w pewnej od niego odległości ziemia je-



rys. 27.

szcze dostateczną ilość wody zawiera. Atoli wskutek tego, że woda wciąż ubywa, pozostaje wokoło każdej grudki warstewka jej coraz cieńsza; im cieńszą zaś warstewka taka się staje, tem coraz silniej do grudki przylega, bo cząsteczki wody, bliższe grudki ziemi, są silniej przez nią przyciągane aniżeli dalsze, tak, że gdy pozostanie bardzo cienka warstewka wody dokoła każdej grudki, to tej resztki wody z ziemi już korzeń wyciągnąć nie może i lubo w ziemi jest jeszcze woda, roślina uschnąć może, jeżeli świeża ilość wody do ziemi nie przybędzie.

Woda, gdy nawet znajduje się obficie w ziemi, tak silnie do grudek ziemi przylega, że zupełnie wycisnąć jej nie można; tylko korzenie wydobyć ją do pewnego stopnia mogą i wydobywają chciwie, gdyż woda jest roślinie tak samo potrzebną do życia, jak człowiekowi lub zwierzęciu. Rzecz jasna,

że i w tym razie, jak i w każdym innym, zbytek jest szkodliwy; jeżeli roślina otrzymuje za wiele wody, może w niej zginąć tak samo, jak z braku wody; wskutek długotrwałych deszczów, lub za częstego albo zbyt obfitego podlewania, rośliny rosną źle i marnieją zupełnie. Na bardzo wilgotnych polach, na wilgotnych gruntach, większa część roślin lądowych rosnąć wcale nie może, a to głównie z tego powodu, że woda wypełnia wszystkie wolne miejsca pomiędzy grudkami ziemi, tak, że w ziemi zupełnie niema powietrza, korzeń niema czem oddychać i zamiera. Z tego powodu na wilgotnych polach przekopują rowy, w które woda ścieka i spływa z pola, lub odprowadzają wodę rurami z przesiąkliwego materiału, co nazywamy „drenowaniem“.

Poznaliśmy, jakie znaczenie ma woda i powietrze, mieszczące się pomiędzy cząstkami ziemi, ale czem są same te cząstki ziemi czarnej? Przebijając ziemię czarną, znajdujemy w niej często korzonki, łodyżki, liście zwiędłych roślin, lub inne gnijące w ziemi ciała: jedne są jeszcze brunatne, takie niedawno gnić poczęły, inne są zupełnie czarne, kruszą się i rozpadają, widocznie bardzo już przegniły. Gdy liście w jesieni opadają z drzew, są one żółte, lecz, gdy długo leżą w ziemi, czernieją i kruszą się; czernieją dlatego, że zamieniają się na węgiel, tak jak gdyby się powoli tliły bez płomienia, bo też gnicie jest zupełnie podobne do powolnego palenia się, a gdy ciało zupełnie zgnije, pozostaje z niego w ziemi tylko trochę popiołu, reszta ulotni się, tak jak przy spalaniu się tego ciała.

W ziemi butwieją i gniją bezustannie różne ciała,

korzonki zwiędłych traw i ziół, łodyżki, liście, kwiaty i inne części roślin; dalej: robaki, muchy, komary, motyle, mrówki, chrabąszcze, osy i różne inne owady, a także myszy, szczury, krety, ptaki i najrozmaitsze inne zwierzęta. Wszystko to gnije powoli, czernieje, bo się zwęgla, i stąd ziemia, zawierająca ciała butwiejące, jest czarną i nazywa się czarnoziemem. Te zbutwiałe i gnijące części, nadające ziemi barwę czarną, nazywamy razem próchnicą; oprócz próchnicy znajduje się w czarnoziemiu piasek, wapno, glina a także troszeczkę popiołu z tych ciał, które już w ziemi dawno zupełnie zgniły i w popiół się zamieniły.

Dlaczego ta próchnica tworzy grudki? Zauważyliście pewnie nieraz, że w ziemi żyją podłużne robaki, brunatnej barwy, podobne do małych cienkich węzów, które zwłaszcza po deszczu wychodzą na powierzchnię ziemi; rybacy zwykle te robaki wyławiają i nasadzają na haczyk wędki, na przynętę dla ryb; nazywamy te robaki dżdżownicami albo glistami ziemnymi. Dżdżownice karmią się ciałami, gnijącymi w ziemi, przetrawiają je, a w nocy i w dnie dżdżyste wychodzą na powierzchnię ziemi i wydalają z siebie przetrawione ciała w postaci właśnie podłużnych kupek. Glisty są i tem pożyteczne, że ryjąc się w ziemi, spulchniają ją tak, że deszcze, powietrze i korzenie roślin łatwiej w ziemię wnikać mogą, a przytem dżdżownice wraz z kałem wydzielają śluz, który jeszcze bardziej ziemię użyźnia. W ten sposób dżdżownice, których mnóstwo wszędzie w ziemi się znajduje, przerabiają i użyźniają ciągle całą ziemię, a kupki czyli grudki wyrzucone przez nie

na powierzchnię ziemi, gniją dalej i z czasem w popiół się zamieniają.

Weźcie trochę ziemi czarnej, np. z doniczki, na koniec starego noża i pomieście w płomieniu lampki spirytusowej, którą łatwo sobie przyrządzicie, nalawszy do jakiejś flaszeczki spirytusu i wsadziwszy knot skręcony z waty; zobaczycie, że ziemia z początku dymi się, lecz staje się coraz jaśniejsza; poczekajcie, aż w ogniu ziemia zupełnie przestanie się dymić i stanie się prawie białą lub szarą, będzie to dowodem, że cała próchnica się wypaliła, a pozostały same tylko ciała mineralne, piasek, wapno, glina, popiół, które palić się nie mogą. Gdybyśmy naprzód trochę ziemi zważyli, a po całkowitem wypaleniu próchnicy zważyli pozostałą ziemię ponownie, przekonalibyśmy się, że ziemia po wypaleniu waży, rozumie się, mniej, gdyż ubyla z niej próchnica; z tego, ile ziemia na wadze straciła, zobaczylibyśmy, ile w niej próchnicy było (ziemię do wypalenia należy jednak brać wówczas wysuszoną, gdyż inaczej ziemia straci na wadze wskutek parowania wody). Przekonano się tym sposobem, że próchnicy jest wogóle niewiele i nawet w najlepszym czarnoziemie w 100 gramach ziemi znajduje się zwykle najwyżej 20 gramów próchnicy lub np. w stu łutach ziemi 20 łutów próchnicy, t. j. wogóle 20 części na 100 czyli 20 procentów, a najczęściej jest mniej; im więcej ziemia próchnicy zawiera, tem lepiej rosną w niej rośliny.

Gdybyśmy chcieli dowiedzieć się, ile jest w ziemi wapna, piasku, gliny, to również łatwo tego doj-

dziemy. Należy po wypaleniu ziemię oblać jakimś kwasem, np. mocnym octem, lub lepiej kwasem solnym, przyczem ziemia zacznie syczeć, wydzielając pęcherzyki gazu, co dowodzi, że w niej znajduje się ciało, zawierające wapno (w połączeniu z kwasem węglowym czyli dwutlenkiem węgla), które się w kwasie rozpuszcza. Jeżeli więc po oblaniu kwasem, gdy ziemia już syczeć przestanie, t. j. gdy całe wapno się w kwasie rozpuści, odstawimy naczynie z ziemią i kwasem na czas krótki, żeby ziemia na dno naczynia osiadła, a następnie kwas z wierzchu zlejemy, to zlewamy zarazem i wapno w kwasie rozpuszczone, tak, że pozostaje w naczyniu tylko piasek i glina. Po wysuszeniu tej pozostałej ziemi, ważymy ją, i znów ze straty na wadze widzimy, ile było w niej na wagę ciał wapiennych. (Dobrze jest oblać ziemię kwasem kilka razy i następnie za każdym razem po dobrym wymieszaniu i odstaniu kwas zlać, aby być pewnym, że się wydobyło całe wapno). Jeżeli teraz pozostałą ziemię oblejemy czystą wodą, dobrze zamieszymy i odstawimy, to wkrótce cały piasek, jako cięższy, opadnie na dno naczynia, a glina jeszcze długo w wodzie unosić się będzie. Gdy więc piasek osiadzie, zlewamy wodę z gliną, a pozostały czysty piasek suszymy i ważymy, z czego widzimy, ile było w tej ziemi piasku, a ile gliny. (I tu również dla ścisłości należy naprzód piasek z gliną kilka razy wodą przemyć).

Stosownie do tego, jakiego z tych ciał jest w ziemi stosunkowo więcej, nadajemy różnym gruntom rozmaite nazwy, np. taki grunt, w którym będzie najwięcej piasku, a bardzo mało innych ciał, nazy-

wamy gruntem piaszczystym, jeżeli zaś zawiera dużo wapna, nazywa się wapienny i t. d. Grunt, na którym rośliny rosną dobrze i zdrowo, nazywamy glebą urodzajną, żyzną, a grunt, na którym rośliny się nie trzymają, jest nieurodzajnym, jałowym. W następującej tabliczce zestawiamy ważniejsze rodzaje gruntów.

Rodzaje gruntów:

W 100 gramach ziemi znajduje się próchnicy	15 gramów i więcej	Czarnoziem.
	10—15 gramów, a przytem:	20 gramów i więcej wapna Grunt wapienny.
	0—20 gramów	5 — 20 gr. wapna i mniej niż 60 gram. gliny Margiel.
	0 — 10 gr., a przytem 90 gr. i więcej piasku	0—5 g. wapna i więcej niż 60 gr. gliny . Grunt gliniasty.
		Grunt piaszczysty.

Z tych wszystkich gatunków ziemi najżyźniejszym jest czarnoziem, margiel znacznie mniej, a wapniste grunty bardzo mało; piasek czysty jest nieurodzajny, zwykle jednak zawiera trochę próchnicy, wskutek czego niektóre rośliny żyć na nim mogą; taki grunt jest dla niektórych roślin nawet bardzo odpowiedni; ziemia gliniasta jest zawsze jałową, choćby zawierała 10 lub więcej odsetek próchnicy.

Jeżeli przeto próchnica jest potrzebną dla roślin to zdawaćby się mogło, że to ona stanowi właśnie

pożywienie, które rośliny z ziemi pobierają. Jednakże tak nie jest, co już widać stąd, że grudki próchnicy nie weszłyby same do korzenia, a przytem próchnica nie rozpuszcza się w wodzie, żeby z wodą do korzenia wsiąkać mogła. A przecież czarna ziemia tak dla roślin potrzebna, tem tylko różni się od innych gruntów jałowych, że oprócz piasku, wapna i gliny, zawiera jeszcze próchnicę i troszeczkę popiołu z ciał, które już w niej dawno zbutwiały. Skoro więc ani piasek, ani czyste wapno, ani glina, ani wreszcie próchnica pokarmu dla rośliny nie stanowią, to pozostaje chyba tylko popiół, któryby za pokarm dla nich uważać można. Wiadomą jest przecież rzeczą, że popiół wyrzucany przez wulkany stanowi nadwyzczaj urodzajny grunt; może więc i czarnoziem jest dlatego urodzajny, że zawiera trochę popiołu?

Istotnie tak jest; przekonano się, że jeżeli z ziemi czarnej wypalimy całą próchnicę, tak, że pozostanie tylko piasek, glina i wapno, to jednakże w takiej ziemi zasadzone i podlewane rośliny będą dobrze rosły, bo w niej znajduje się popiół. A lubo przekonano się również, że w czystym popiele rośliny rosnać nie mogą, bo mają wówczas pokarm zanadto zgęszczony, a zbytek pokarmu jest zarówno dla roślin, jak dla ludzi lub zwierząt szkodliwy, to jednak, jeżeli tylko drobną ilość popiołu rozpuścimy w wodzie, to w takiej wodzie rośliny rosną już dobrze, jak w najlepszej ziemi ogrodowej, czyli inspektowej, zwłaszcza jeżeli dodamy jeszcze trochę saletry lub amoniaku. Tak samo możnaby rozsypać trochę popiołu z saletrą pomiędzy tłuczone szkło lub trociny,

polać wodą i zasadzić rośliny, które w nich rosnać dobrze będą, bo chodzi tylko o to, żeby popiół nie leżał zbitą masą, lecz był rozrzedzony.

Widzimy więc, że w ziemi czarnej rośliny rosną dobrze dlatego: 1) że przedewszystkiem ziemia czarna zawiera zawsze trochę popiołu i to popiołu rozrzedzonego, rozsypanego pomiędzy grudkami ziemi, ziarnami piasku i t. d. i że w miarę jak rośliny popiół ten zabierają, wytwarza się wciąż nowy z ciał gnijących, których także ziemi ciągle przybywa; 2) dlatego, że jak widzieliśmy, w czarną ziemię woda dobrze wsiąka, nie utrzymuje się nad nią, jak nad gliną, ani nie prędko przesiąka przez nią, jak przez piasek; 3) ziemia czarna od promieni słonecznych powoli się tylko rozgrzewa, ale też powoli stygnie, długo ciepło utrzymuje, tak, że rośliny w takiej ziemi nie prędko odczuwają zmianę, nie mają np. w ziemi za wiele ciepła w dzień, ani za mało w nocy, jakby to było w gruncie piaszczystym, który rozgrzewa się szybko, ale też prędko stygnie; 4) ziemia czarna zatrzymuje w sobie popiół tak, że nawet gwałtowne deszcze nie mogą go wymyć i pozbawić rośliny pokarmu; jak węgiel drzewny ma tę własność, że zatrzymuje w sobie barwniki i nieczystości (gdy przepuszczamy przez węgiel wodę zabarwioną lub zanieczyszczoną, to przecieka tylko woda czysta, a wszystkie domieszki, jakie w niej były, pozostają w węglu) tak ziemia czarna zatrzymuje popiół, jeżeli nawet woda przez ziemię przecieka.

Gdybyśmy do jednego naczynia z podziurawionem dnem lub do lejka wyłożonego bibułą, nasypali czystego piasku, a do drugiego takiegoż naczynia

lub lejka nasypali ziemi czarnej i następnie do jednego i drugiego naleli wody, w której rozpuścimy trochę saletry, potażu, lub innej soli, albo popiołu, zobaczymy, że przez piasek przecieka woda dość szybko i zawiera dalej sól, przez ziemię czarną przecieka wolniej, ale przecieka już czysta woda bez soli, bo sól została w ziemi. A popiół, jak już wiemy, składa się przecież tylko z soli mineralnych, i to z tych soli, jakie znajdujemy w roślinie, głównie zaś z takich, które zawierają siarkę, fosfor, wapno, magnezję, potaż, żelazo, amoniak i dlatego właśnie sole te w roślinie się znajdują, że roślina je bierze z ziemi. Naodwrot też, gdy roślina w ziemi gnie, może się z niej ulotnić wszystko, tak jak gdyby się spaliła, ale te sole mineralne, jakie się w niej znajdują, pozostają w ziemi jako popiół, który znów służy za pokarm innym roślinom. Śmierć więc jednych roślin lub zwierząt daje możność żyć innym.

Starano się przekonać za pomocą doświadczeń, czy wszystkie te sole, składające popiół, są istotnie potrzebne roślinie i czy wszystkie są jednakowo ważne. Nasypano np. do jednej doniczki ziemi, która zawierała wszystkie sole, a do drugiej takiej samej ziemi, ale bez soli, zawierających amoniak, i w obu doniczkach zasadzono nasiona tej samej rośliny. Tak również rozpuszczano w jednej wodzie wszystkie sole popiołu, w innej wszystkie bez amoniaku i w obu zasiewano nasiona takiej samej rośliny. Po pewnym czasie w ziemi czy wodzie, zawierającej wszystkie sole, wyrosła roślina zdrowa; w ziemi czy wodzie, pozbawionej amoniaku, nasienie zaraz po wykiełkowaniu żyć przestało; widocznie amoniak jest roślinom konieczny do życia potrzebny. Przekonano się przytem, że można zamiast amoniaku dać jednak roślinie saletrę z tym samym dobrym skutkiem. Co więc wspólnego może mieć saletra

z amoniakiem? Otóż i w jednym i w drugim ciele zawiera się azot, o którym mówiliśmy. Pamiętamy, że azot jest to gaz, z którego powietrze głównie się składa; ten azot może się połączyć z innymi pierwiastkami i utworzyć wówczas ciało stałe, np. sól taką jak saletra. Można też dać roślinie pewne inne ciała mineralne, rozpuszczalne w wodzie i zawierające azot, a również dobrze żyć będzie. Można przeto powiedzieć, że roślinie jest do życia przedewszystkiem potrzebny azot, a rzecz dziwna, że choć azotu ma roślina bardzo wiele dokoła siebie w powietrzu, nie bierze go widocznie z powietrza wcale, bo zamiera, jeżeli go nie znajdzie w ziemi w postaci saletry np., czy amoniaku.

Niedawno mówiliśmy, że najważniejsze ciało znajdujące się w roślinie, bez którego żadna istota żyć nie może, mianowicie białko, zawiera w sobie azot. Oczywiście więc, roślina musi pobierać azot, aby w sobie wytworzyć białko, a nieznajdując tego ważnego ciała, żyć wcale nie może.

Tą samą drogą zbadać można, jakie znaczenie mają inne sole. Jeżeli do jednej doniczki nasypimy ziemi, zawierającej wszystkie sole, a do drugiej takiej samej ziemi, ale nie zawierającej żelaza i w obu doniczkach zasadzimy zupełnie jednakowe nasiona, to po pewnym czasie w pierwszej wyrośnie duża, zdrowa roślina z zielonymi liśćmi, w drugiej wprawdzie także wyrośnie roślina, ale chorowita, wiotka, mniejsza od tamtej i co najważniejsza—wyda liście blade, nie zielone.

Rośliny więc mogą tak samo jak ludzie i zwierzęta chorować na blednicę i to z tego samego powodu: z braku żelaza w ciele. Tak jak blednicę u ludzi leczą lekarze, przepisując im do użycia żelazo w wodzie mineralnej lub w pigułkach, tak i roślinę możemy tym samym sposobem wyleczyć z blednicy, polewając ziemię, w której rosną, wodą, zawierającą żelazo, lub wkładając do tej ziemi minerały, mające w sobie żelazo. Dość jest nawet na błądy, niezielony liść puścić kroplę takiej wody, żeby wkrótce w tem miejscu, na który kropla ta padła, liść zazieleniał, jeżeli tylko roślina stoi na świetle; bo u roślin tak samo

jak u ludzi lub zwierząt blednica pochodzi nie tylko z braku żelaza, ale często stąd, że ludzie lub rośliny przebywają w mieszkaniach ciemnych, mają za mało światła, które jest koniecznie wszystkim istotom do zdrowia i życia potrzebne. Widzimy więc, że azot i żelazo są dla roślin pokarmem pierwszorzędnym.

Takim samym sposobem, zasadzając takie same rośliny w ziemi, zawierającej wszystkie sole, i w ziemi pozbawionej jednej z nich, przekonano się, że choć w mniejszym nieco stopniu, ale zawsze bardzo potrzebnym dla rośliny pokarmem jest też potaż, siarka, fosfor, wapno i magnezja.

Zwykle też rośliny pobierają z ziemi krzemionkę, która się w każdej ziemi znajduje, bo piasek i wiele kamieni wyłącznie prawie z tej krzemionki się składają. Przekonano się jednak, że choć bardzo wiele roślin krzemionkę pobiera, nie stanowi ona jednak ważnego dla nich pokarmu, bo takie rośliny zarówno dobrze rosną w ziemi, zawierającej krzemionkę, jak i w takiej, która jest krzemionki zupełnie pozbawiona. Niektóre rośliny pobierają też z ziemi inne sole, np. sodę lub sól kuchenną, jeżeli rosną na gruncie, który w sobie te sole zawiera, ale koniecznymi dla wszystkich roślin solami są tylko te, które powyżej wymieniliśmy.

Są rośliny rosnące wyłącznie tylko nad morzem lub na gruntach słonych, zdawałoby się więc mogło, że one koniecznie potrzebują soli kuchennej jako pokarmu. Przekonano się jednak, że te rośliny pobierają sól kuchenną tylko dlatego, że ona znajduje się w ziemi, na której te rośliny rosną i wraz z wodą do tych roślin wsiąka. Są to rośliny, które w ten sposób przystosowały się do takiego gruntu, że znaczna ilość soli kuchennej, która w nie wsiąka, nie szkodzi im, lecz też za pokarm właściwy nie służy, gdyż rośliny te można wyhodować sztucznie w ogrodach na zwykłej ziemi, nie zawierającej soli. Ale dziko rosną one tylko na gruntach słonych, dlatego, że na takich gruntach rosnąć może tylko niewiele innych roślin, wszystkie więc mają poddostatkiem pożywienia, w zwyczajnej zaś ziemi mu-

siałyby uleść innym roślinom, silniejszym, któreby im pożywienie z ziemi zabierały. Tak samo np. zdarzają się rośliny, rosnące dziko w miejscach, wyłącznie cienistych, nie dlatego, aby im światło szkodziło, lecz dlatego, że nie znajdują tam współzawodnictwa w innych roślinach. Tak nieraz, nie zbadawszy dobrze, można mylnie pojmować niejedno zjawisko.

Łatwo teraz zrozumieć, że skoro nie ziemia i nie soki, jak to zwykle potocznie mówią, lecz tylko te sole mineralne stanowią dla rośliny pokarm, to rośliny rosnąć mogą nie tylko w ziemi, lecz jak to często widzimy i w wodzie, tak, że ich korzenie wcale do dna nie dostają, a sole mineralne pobierają wyłącznie z wody; woda bowiem przepływająca przez ziemię, np. rzeczna lub woda długo w ziemi stojąca, np. w stawach, rozpuszcza w sobie te sole z ziemi, z którą się styka i w takiej wodzie rośliny znajdują pokarm im potrzebny. Tak samo w wodzie morskiej rozpuszczone są rozmaite sole. Lecz w wodzie czystej, np. deszczowej, która jeszcze w ziemi długo nie powstała, rośliny rosnąć nie mogą. Łatwo również zrozumieć, że, o ile jakiś inny grunt zawiera odpowiednie sole, to i w nim rośliny dobrze rosnąć mogą; nie dziwnego, że u nas widzimy je nieraz rosnące dobrze na gruntach gliniastych i piaszczystych.

Jakkolwiek wszystkie rośliny potrzebują głównie tych soli, które wymieniliśmy, to jednak nie wszystkie rośliny pobierają je w jednakowym stosunku. Jedne rośliny, jak np. ziemniaki buraki, chociaż żywią się wszystkimi potrzebnymi solami, pobierają jednak więcej potażu, aniżeli inne rośliny; strąkowe zaś i owocowe rośliny pobierają również wszystkie

sole, lecz przeważnie potrzebują fosforu i t. d. Stąd, jeżeli na jednym polu rosną wciąż jedne i te same rośliny, np. strąkowe, to wkrótce wyczerpią one z ziemi ten pokarm, który głównie pobierają, np. fosfor, i lubo inne sole jeszcze pozostaną i mogłyby służyć innym roślinom nie potrzebującym tak wiele fosforu, to jednak te rośliny strąkowe już dalej na tem samym miejscu rosnąć nie mogą, bo brak im w ziemi fosforu. Co jest przy tem dziwne, to to, że rośliny, którym jednej jakiejś soli w ziemi zabraknie, przestają też pobierać inne sole, choćby się one jeszcze obficie w ziemi znajdowały; w miarę jak jakiejś soli w ziemi ubywa, poczynają rośliny i inne sole pobierać w mniejszej ilości; ilości różnych soli, jakie roślina pobiera, są zawsze w pewnym do siebie stosunku.

Najczęściej widzimy, że te same gatunki roślin skupiają się w jednym miejscu, zajmują ciągle jeden obszar, tworząc lasy, bory (t. j. lasy drzew iglastych), zarośla, łąki, stępy, tundry, (t. j. błotniste obszary pokryte mchem w północnej Syberii); i t. d. Jeżeli rośliny porastają gromadnie dziko, np. w lasach, na łąkach i t. d., nie mogą one wyczerpać pokarmu z ziemi, gdyż w takich miejscach ciągle ziemi przybywa próchnicy, a z niej i soli mineralnych. Ale na polach uprawianych sztucznie, z których sprzętamy wyrosłe rośliny, nowa próchnica nie ma prawie z czego się tworzyć, i sole, zabrane przez rośliny uprawiane na polach, bardzo skąpo same w ziemi by się tworzyły.

Zaradzają temu w rozmaity sposób. Ponieważ każda roślina wyczerpuje przeważnie jedną sól mineralną, a innych używa w mniejszej ilości, przeto można siać jednego roku jedną roślinę, np. pszenicę, w następnym zaś roku na tem samym polu inną, np. buraki, które już potrzebują głównie innego pokarmu, aniżeli pszenica, w trzecim roku znów inną zupełnie roślinę i t. d., aż po kilku latach, gdy po-

karm wyczerpany pierwotnie przez pszenicę znów się w ziemi wytworzy, zaczynamy w tym samym porządku siać na tem polu naprzód pszenicę, w następnym roku buraki i t. d. Taki sposób nazywamy płodozmianem.

Możnaby, rozumie się, wprost nie siać w drugim roku na tem polu, zostawić je odłogiem, czyli jak powiadamy pod ugór i zamienić je tylko na łąkę, na którejby się pasło bydło, czyli na pastwisko, tembardziej, że bydło wydzielinami swojemi przysparza ziemi soli mineralnych, lecz sposób taki przyniósłby stratę gospodarzowi.

Często też łączą z sobą oba sposoby i jak to zwłaszcza do niedawna robiono, dzielą pole na 3 części, pierwszą zasiewają np. pszenicą, drugą np. ziemniakami, a trzecią zostawiają odłogiem; w następnym roku pszenicę sieją na drugim polu, kartofle na trzecim, a pierwsze zostawiają odłogiem, w 3-im roku przesuwają znów pszenicę na trzecie pole, kartofle na pierwsze, a drugie zostawiają odłogiem i t. d.; każde więc pole jest przez rok pod ugorem, a przez następne dwa lata zasiewane co rok inną rośliną, aż w 4-m roku znowu siejemy tę samą, jaka już na niem rosła, bo pokarm wyczerpany przez tę roślinę znów się tymczasem w ziemi wytworzył. Takie gospodarstwo nazywamy trójpółowem; obecnie jednak sposób ten rzadko bywa stosowany; w większych majątkach, mogących uprawiać wiele roślin, dzielą pole na więcej części, tak np. zaprowadzają gospodarstwo dwudziestopółowe lub inne.

Rzecz jasna, że żaden z tych sposobów nie może w zupełności zaradzić wyczerpywaniu się pokarmów z ziemi, bo ostatecznie ziemi trzeba koniecznie zwrócić to, co z niej bierzemy, gdyż inaczej po pewnym czasie cała próchnica ziemi zamieni się w popiół, który zostanie przez rośliny wyczerpany tak, że już żadna roślina żyć na tej ziemi nie będzie mogła. W rzadkich tylko miejscowościach w Europie znajduje się jeszcze tak gruba warstwa czarnoziemiu (jak to bywa często w Azji i Ameryce), aby pomimo ciągłej uprawy roślin, sole mineralne się nie wyczerpały. Z tego powodu, jakiegokolwiek mamy gospodarstwo, musimy zawsze jeszcze ziemię ugnąjać, umierzwiać, czyli nawozić rozma-

temi ciałami gnijącemi, odpadkami, wydzielinami, kałem, które gromadzą się w miejscach zamieszkałych przez ludzi i zwierzęta, zwłaszcza po miastach w stajniach, śmietnikach i t. p. i ten gnój, czyli nawóz (jeżeli pochodzi z gnijących roślin, słomy i t. p. nazywamy go mierzwą) po polu rozrzucić; gnijąc, wytwarza on znowu popiół. Te same więc sole, które z ziemi weszły do roślin, po pewnym czasie, gdy rośliny te zostają spożyte lub przerobione, wracają tym sposobem napowrót do ziemi.

Prócz odpadków, odchodów i innych ciał gnijących nawożą też ziemię ciałami mineralnemi; tak np. gips, zawierający w sobie wapno i siarkę potrzebne roślinom, jest bardzo dobrym nawozem; w kościach znajduje się fosfor, który przechodzi do ziemi, gdy kości gniją; jest to więc także dobry nawóz, fosfor znajduje się też w niektórych kamieniach, zwłaszcza t. zw. fosforytach, znajdujących na Podolu, któremi również ziemię nawożą (takie kamienie i kości, aby prędzej działały, proszkują i zwilżają kwasem siarczanym lub solnym; nazywają je wówczas superfosfatami). Taki nawóz, zawierający jedną tylko sól, nie dla każdej ziemi i nie dla każdej rośliny jest odpowiedni; należy go dobierać stosownie do tego, jakiej soli brak ziemi i jakiej głównie wymagają rośliny, które mają być na tej ziemi uprawiane. Obecnie w miejsce nawozu sieją też łubin, prędko i gęsto wyrastający, a gdy nieco wyrośnie, zorywają go, tak, że ten wywrócony łubin gnieje; nazywają to nawozem zielonym; jest to jeden z najlepszych nawozów.

Zadanie 5. Weź trochę ziemi czarnej i oznacz, ile się w niej znajduje wilgoci i ile próchnicy.—**Zadanie 6.** Nasyp do jednego lejka wyłożonego bibułą, lub doniczki, czystego piasku, do drugiego tyleż ziemi czarnej, oblej i piasek i ziemię niezbyt wielką ilością wody, w której naprzód rozpuść jakiejś soli, np. saletry i zauważ: 1) przez co woda prędzej przecieka, przez piasek, czy przez ziemię; 2) czy woda, która przeszła przez piasek i przez ziemię jednakowo zawiera jeszcze sól (poznasz to i po smaku wody i wyparowawszy trochę wody na łyżeczce nad płomieniem świecy, bo jeżeli była w wodzie sól, to po wyparowaniu,

trochę jej pozostanie na łyżeczce jako proszek delikatny; sól kuchenna łatwiej przechodzi przez ziemię, aniżeli inne sole, lepiej więc wziąć saletry, potażu, alunu lub in. soli).

X. Korzeń i jego kształty. Gromadzenie pokarmów. Budowa i czynności korzenia. Tworzenie się gleby rodzajnej z gruntów jałowych. Najważniejszy pokarm roślin.

Poznaliśmy otoczenie rośliny i pokarmy, które korzeń pobiera; musimy jeszcze zbadać, w jaki sposób korzeń te pokarmy pobiera, a w tym celu poznamy najpierw czem jest i jak jest zbudowany ten narząd.

Wiemy już, że korzeń jest to dolna część rośliny, pogrążona zwykle w ziemi lub wodzie, zrosnięta z ziemią, nie mająca nigdy barwy zielonej (chyba, gdy rośnie w powietrzu, wystawiona na światło), ani nie wydająca z siebie zielonych narządów, rosnąca ku dołowi, w głąb ziemi, ku miejscom wilgotnym i ciemnym, przytwierdzająca roślinę do gruntu i pobierająca dla niej wodę i sole mineralne. Temi cechami różni się istotnie typowy korzeń od innych narządów rośliny. Wiemy już również, że wiele roślin, wodorosty czyli glony, grzyby i mchy, wcale korzenia nie mają; wodorosty posiadają tylko t. zw. chwytники, a mchy opatrzone są w miejsce korzenia włoskami, czyli t. zw. kosmkami, o któ-

rych już mówiliśmy, zarówno jak i o tem, że wodorosty mogą pobierać wodę i sole mineralne całą swoją powierzchnią. Poznaliśmy także, że u roślin typowych spotykamy 2 główne postacie korzeni: albo, jak to najczęściej bywa, pośrodku korzenia znajduje się jeden główny, z którego wychodzą wszystkie inne boczne, cały taki korzeń razem nazywamy rozgałęzionym; albo też jak to widzimy



rys. 28.



rys. 29.



rys. 30.

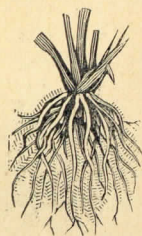
u wszystkich roślin jednoliściennych, z podstawy łodygi wychodzi odrazu wiele pojedynczych korzonków, rozgałęzionych lub nie, lecz nie łączących się z sobą w jeden; taki korzeń nazywamy wiązkowatym.

Korzeń rozgałęziony może mieć postać rozmaitą; jeżeli np. środkowy korzeń jest tak samo mniej więcej cienki, jak jego boczne korzonki, wówczas mamy t. zw. korzeń nitkowaty (rys. 28), jeżeli środkowy jest nieco grubszy od bocznych, mamy korzeń gałęzisty (rys. 29), jeżeli środkowy jest bardzo gruby i zwężony z obu końców, jak to wi-

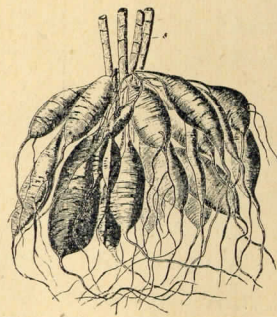


rys. 31.

korzenia, to się objaśnia tem, iż wiele roślin gromadzi sobie na przyszłość zapasy pokarmów, których na razie zużyć nie mogą i później dopiero te zapasy spotrzebowują. Jedne rośliny gromadzą pokarm np. w liściach, inne w łodydze, i t. d., a marchew, burak, rzepa i w. in. gromadzą go w korze-



rys. 32.



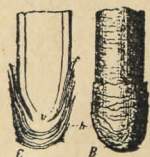
rys. 33.

niach i dlatego korzenie ich są grube. Takie rośliny, z pokarmem nagromadzonym w korzeniach, są zwykle dwuletnie t. j. trwają dwa lata; w pierwszym roku, prócz korzenia, w którym składają

obfity zapas ciał pożywnych, wydają jeszcze krótką łodygę i liście, w drugim zaś oprócz tych narządów wypuszczają długą łodyżkę, a na niej liczne kwiaty z których tworzą się potem owoce i nasiona. W drugim więc roku mają więcej narządów, które właśnie wyrastają kosztem pokarmu nagromadzonego w pierwszym roku. W miarę jak ta łodyżka z kwiatami wyrasta, pokarm nagromadzony w korzeniu wchodzi w nią; korzeń staje się więc wiotki i coraz cieńszy. Jeżeli ludzie uprawiają takie rośliny właśnie dla ich soczystego korzenia na pokarm dla siebie, wówczas wyrwywają oni te rośliny z korzeniem w pierwszym już roku, kiedy korzeń jest jeszcze gruby i zawiera materiał pożywny; tylko wtedy, gdy chcemy doczekać się z nich nasion, pozostawiamy te rośliny w ziemi i na drugi rok. Tym nagromadzonym w korzeniu lub innym narządzie pokarmem jest zwykle skrobia czyli mączka (krochmal), rzadko tylko, jak np. w buraku cukrowym, jest nim cukier.

Mówiliśmy, że korzeń rośnie ku dołowi, w głąb ziemi; koniuszeczek więc korzenia musi się coraz głębiej posuwać w ziemię, bo koniuszeczek jest najmłodszą częścią korzenia, tylko on rośnie, pozostała zaś część korzenia jest starą i rosnąć nie może. W miarę jak ten koniuszeczek korzenia rośnie, wydłuża się on i przez to wydłuża się cały korzeń, a gdy się już trochę wydłuży, wówczas grubieje, starzeje się, z wyjątkiem znowu tylko samego końca, gdyż koniuszeczek jest wciąż młody i wciąż dalej rośnie. Ponieważ koniec korzenia jest jego częścią najmłodszą i najdelikatniejszą, musi zaś ciągle posuwać się w głąb ziemi, rozpychać ją i rozpierać,

bo nieraz ziemia jest bardzo zbita, przeto ten koniuszek jest narażony na ciągłe obrażenia, łatwo mógłby zostać zraniony i uszkodzony, bo przecież musi się ciągle ocierać o twarde grudki ziemi, o ostre ziarenka piasku i kamyki, które po drodze napotyka. Od takiego uszkodzenia chroni koniec korzenia gruba zeschnięta skórka, którą jest on na końcu otoczony, a która tworzy jakby pochewkę dookoła niego, złożoną z kilku tkanek; wygląda ona jak naparstek nasadzony na palec i czasami (np. u rzęsy wodnej) daje się łatwo zdjąć, choć najczęściej jest przyrośnięta do korzenia (wyjawszy rzęsę wodną



rys. 34.

z wody, można tę pochewkę wprost dojrzeć gołym okiem, tak jest ona u tej rośliny duża). Nazywamy tę pochewkę *czapeczką* (rys. 34). W miarę jak koniec korzenia rośnie i posuwa się w ziemi, ociera się on o piasek, kamienie i t. p., czapeczka przytem powoli ściera się z zewnątrz, ale zarazem ciągle odrasta od wnętrza z korzenia; tak jak skóra na rękę kowala czy innego człowieka pracującego rękami, od pracy grubieje i twardnieje i wciąż od pracy się ściera, ale w miarę, jak się ściera, to od spodu dalej grubieje (bo do pracującego narządu więcej krwi przypływa), tak samo i naskórek na końcu korzenia od spodu wciąż grubieje i wciąż z zewnątrz się ściera.

Na nieznacznej odległości od tej czapeczki cały środek korzenia pokryty jest dokoła krótkimi, cienkimi włoskami, czyli *włosnikami*, będącymi, jak zwykle włoski, wydłużonymi komórkami naskórka

(rys. 35 b). Dalsza część korzenia, bliżej ku łodydze, czy innemu korzeniowi, z którego ten korzonek wyrasta jest już najstarszą częścią korzenia, ma naskórek skorkowaciały i nie jest pokryta włoskami (rys. 35 c), chyba, że cały korzonek jest jeszcze bardzo młody i krótki. Włosniki gęsto obrastają tylko środkową część korzenia i są bardzo silnie zrosłe z grudkami ziemi, tak że, gdy wyjmemy korzeń z ziemi, to jest on cały ziemią obrosły (rys. 36), a gdy ziemię z niego strzাসamy, odpada ona razem z włoskami; wiele włosników pozostaje w ziemi, gdy korzeń wyrrywamy. Dlatego nie można nigdy zobaczyć włosników na korzeniu, który rósł w ziemi; aby je zobaczyć trzeba nasienie wysiać w wodzie. Jeżeliście wykonali w swoim czasie zadanie 3-cie (str. 54), to do dziś pewnie już ziemniak wypuścił w wodzie cienkie białe korzenie, na których można doskonale zobaczyć mnóstwo drobnych delikatnych włosników. Włosniki są najważniejszą częścią korzenia, bo one to pobierają wodę i sole ziemi, z którą się zrastają. Gdy się przypatrzymy, jakie mnóstwo włosników znajduje się na korzonku, zrozumiemy, że każdy cienki korzonek może pobierać jednak dużo pokarmu z ziemi. Jeżeli roślinę, rosnącą zwykle w ziemi, wysiejemy umyślnie w wodzie, zawsze zobaczymy te włosniki, lecz rośliny, które same w wodzie rosną, nigdy włosników nie mają. W miarę jak koniusz-



rys. 35.



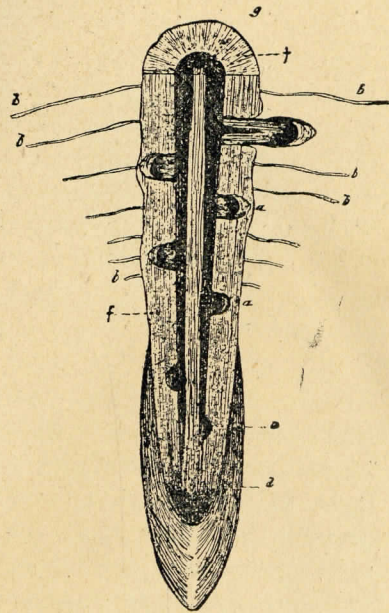
rys. 36.

czek korzenia rośnie w głąb ziemi i dostaje się do coraz nowych miejsc, z których może pożywienie czerpać, wypuszcza on po za sobą, prawie tuż po za czapeczką, coraz nowe włoski, które zrastają się z ziemią i roślina otrzymuje tym sposobem świeży pokarm, dawniejsze zaś włosniki, które oddawna na starszych, dalszych częściach korzenia wyrastały, starzeją się powoli i opadają, bo wyzyskały już tymczasem cały pokarm z ziemi, z którą były zrosnięte i już więcej pożywienia w niej nie znajdują. Dlatego też, jak powiedzieliśmy, początek korzenia (rys. 35 c), czyli jego część najstarsza, włosników wcale niema; sam koniuszeczek, pokryty czapeczką (rys. 35 a) również ich niema; tylko w miarę jak koniuszeczek się wydłuża, to po za nim na wydłużonej części zjawiają się włosniki, trwają tak długo aż wybiorą z otaczającej ziemi pożywienie i potem umierają; wówczas ta część korzenia, od której włoski odpadły, rośnie na grubość, naskórek jej korkowacieje i woda z solami już przez naskórek w tę część korzenia nie wchodzi.

Tym sposobem korzeń składa się na długość jakby z 3-ech części: z najmłodszej, pokrytej na końcu czapeczką, wciąż tylko rosnącej, ale nie pobierającej z ziemi pokarmu; ze środkowej, pokrytej włosnikami, które właśnie pożywienie z ziemi czerpią, i wreszcie z najstarszej, pokrytej naskórkiem skorowaciałym, bez włosników, w którą woda z ziemi wsiąknąć nie może.

Jeżeli przekroimy korzeń w poprzek lub wzdłuż (rys. 37), łatwo zobaczymy, że jest on na zewnątrz otoczony naskórkiem, tak jak inne narządy, choć

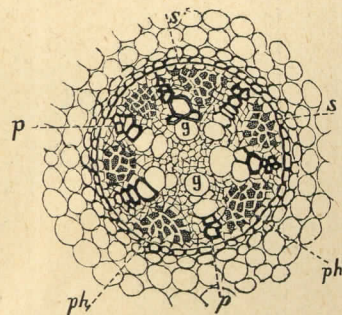
cieńszym, który w starej części korzenia jest skorowaciałą, w młodszej delikatniejszy i pokryty włosnikami (rys. 37 b), a na samym końcu korzenia, pokryty czapeczką (rys. 37 c). Pod naskórkiem zobaczymy grubą jednolitą masę (rys. 37 f), najczęściej białą, złożoną, jak to widać pod drobnowidzem, z mnóstwa komórek tworzących tkanki zasadnicze. Jeżeli w korzeniu jest nagromadzony pokarm, mieści się on w tych właśnie komórkach, obok zarodki i soku komórkowego; ale nigdy niema w tych komórkach, ani wogóle w całym korzeniu, ciałek zieleni; dlatego też korzeń nigdy nie jest zielony. W samym środku korzenia zobaczymy wreszcie waleczek przechodzący wzdłuż środka korzenia (rys. 37 g) prawie do czapeczki, który nazywamy walcem osiowym.



rys. 37.

Walec ten, otoczony jest pochwą (w poprzecznym przekroju na rys. 38 s), złożoną z twardych, giętkich, podłużnych komórek, czyli włókien, a wewnątrz składa się znów z niezliczonej ilości komó-

rek, wśród których przebiegają wzdłuż walca rurki naczynne, leżące przy sobie po kilkanaście razem, a więc tworzące wiązki rurek naczynnych (rys. 38 *g* młodsze, *p* starsze naczynia), a także rurki sitkowe, tworzące tak samo wiązki rurek sitkowych (rys. 38 *ph*). Naczynne i sitkowe wiązki leżą naprzemian, t. j. pomiędzy dwiema naczyniami leży jedna sitkowa, i odwrotnie, pomiędzy dwi-



rys. 38.

ma sitkowymi — jedna naczynna, a pomiędzy nimi — komórki. Boczne korzenie, wychodzące z głównego, są zupełnie tak samo zbudowane, to jest złożone z tych samych części. Każdy boczny korzonek tworzy się z komórek leżących wewnątrz walca osiowego, pomiędzy wiązkami; odrazu otacza się na końcu czapeczką, potem rosnąc, przebija pochwę walca osiowego (rys. 37, a^3 , a^2 , a^1 , a) i dalsze tkanki zasadnicze, przebija wreszcie naskórek korzenia i wyrasta na zewnątrz; szpary przebitego naskórka, przez które boczne korzonki wydostają się na zewnątrz, są obszerne i dobrze widzieć je można w młodych korzeniach, potem zarastają. W miarę jak boczny korzeń rośnie, pokrywa się tak samo pośrodku włosnikami, jak główny korzeń, w dalszych częściach tworzy się coraz grubszy naskórek, a wewnątrz walec osiowy z wiązkami. W koniuszeczku korzenia

wiązek niema, tworzą się one potem dopiero z komórek, gdy koniuszeczek wydłuża się i poczyną wypuszczać włosniki.

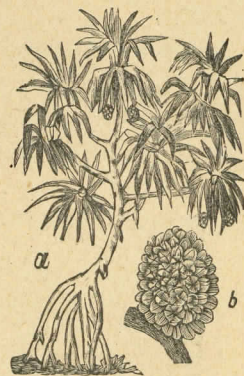
Zobaczmy teraz, jakim sposobem spełnia korzeń przeznaczenie, do którego roślinie służy. Korzeń, jak mówiliśmy, wykonywa dwie czynności: 1) przytwierdza zazwyczaj roślinę do stałego gruntu, 2) pobiera wodę i sole mineralne. Korzeń rośliny wrasta w ziemię i jak widzieliśmy, zrasta się z nią tak, że rośliny są mocno w ziemi osadzone i nie łatwo mogą być wydobyte, lub wywrócone. Korzenie niektórych roślin wrastają w ziemię bardzo głęboko, ale niektóre rośliny, nawet duże drzewa, jak np. brzoza, rozpościerają swe korzenie poziomo, tuż prawie pod powierzchnią ziemi; te ostatnie, choć nie wnikają w głąb ziemi, ale rozrastając się poziomo, stanowią szeroką dla rośliny podstawę, a im szerszą jest podstawa jakiejś rzeczy, tem pewniej rzecz taka stoi. Rozumie się, że rośliny zapuszczające korzenie głęboko, mogą rosnać tylko tam, gdzie warstwa czarnoziemu jest grubą, co przecież nie wszędzie się zdarza; rośliny z korzeniami poziomymi mogą rosnać prawie wszędzie. Mamy w tem przykład przystosowania się roślin do warunków bytu; dzięki tej własności, że ich korzenie rosnać mogą w kierunku poziomym, mają takie rośliny zapewniony byt nawet na ziemi pokrytej cienką warstwą gleby rodzajnej, t. j. w takich miejscach, gdzie inne rośliny by zginęły; nie znajdując w tych miejscach wielkiego współzawodnictwa wśród innych roślin, łatwiej wszędzie znajdują pokarm i są pod tym względem silniejsze w walce o byt od innych roślin.

Rzecz dziwna, że gdy korzeń zagłębi się nieco w ziemię i włóśnikami się z nią zrośnie, wówczas cały korzeń się kureczy, staje się krótszym; a ponieważ koniec korzenia cofnąć się nie może, bo blisko końca jest właśnie korzeń najsilniej z ziemią zrośnięty, przeto wskutek tego skurczu, początek korzenia wraz z nasadą łodygi pogłębić się musi w ziemię, wskutek czego roślina jeszcze lepiej w ziemi się osadza. Skurczenie korzenia jest nieznaczne, ale niekiedy staje się przez to korzeń krótszy o dziesiątą, nawet o czwartą część. Kureczy się głównie tylko powierzchnia, naskórek korzenia; z tego powodu korzeń jest, jak np. w marchwi (rys. 30), na powierzchni pomarszczony. Wskutek tego kureczenia się wszystkich korzeni rośliny, utrzymują one mocniej łodygę, tak jak np. liny ściągnięte utrzymują maszt okrętu.

Atoli nie wszystkie rośliny mają korzenie w ziemi; są przecież rośliny wodne, których korzenie nigdy dna nie dorastają, jak np. rzęsa wodna, której małe listki widzimy unoszące się na powierzchni stawów i błot; takie korzenie weale nie przytwierdzają a rośliny wykonywują tylko drugą czynność, t. j. tylko pobierają pokarm.

Są też u wielu roślin, oprócz zwykłych korzeni, wyrastających z podstawy łodygi, jeszcze korzenie wychodzące z boku łodygi nad ziemią, tak, że wiszą w powietrzu. Widzieć to dobrze można na kukurydzy, albo u filodendronu — roślinie z wielkimi, często podziurawionymi liśćmi, pielęgnowanej po mieszkaniach, w pochutniku (pandanus) lub korzeniaku (rhizophora), rosnących w ciepłych krajach (rys. 39),

albo np. także w hodowanej często w doniczkach rozplaszczce czyli widliczkach, którą ogrodnicy nazywają selaginellą, a która wypuszcza korzonki z liści, i u wielu innych roślin. Takie korzenie, wyrastające z boku łodygi lub gałęzi, albo z liścia, nazywamy wogóle korzeniami przybyszowymi. Jeżeli takie korzenie wiszą w powietrzu, nazywamy je powietrznymi; są one zazwyczaj wiotkie i miękkie, lecz skoro dorosną do ziemi i pograżą się w niej, sztywnieją i grubieją, podpierają całą roślinę, służą więc do lepszego utwierdzenia jej.



rys. 39.

W Indyach rośnie pewien rodzaj figi o grubym, wysokim pniu i rozłożystych konarach, z których spuszczają się ku ziemi liczne grube korzenie przybyszowe, wiszące w powietrzu, a dorósłszy do ziemi, stanowią, jakby kolumny, podpierające całe drzewo (rys. 40). Na gałązkach bluszczu łatwo znajdziemy krótkie, grube wyrostki, które są także korzeniami przybyszowymi (rys. 41); nigdy nie wyrastają one ze strony łodygi, zwróconej ku światłu, lecz zawsze ze strony ocienionej lub przylegającej do jakiegoś przedmiotu, gdyż, jak wszystkie korzenie, unikają one światła. Jeżeli taką gałązkę odetniemy i wstawimy do wody, korzonki przybyszowe znacznie się wydłużą. Łodyżka bluszczu jest wiotka i o własnej sile pionowo by się nie utrzymała, ale czepiając się

swymi korzonkami przybyszowymi o inne przedmioty o które się wspiera, może pięć się w górę ku światłu.

Takie korzenie przybyszowe, służące do czepiania się, nazywamy czepnymi. W korzeniach rzęsy mieliśmy przykład korzeni, służących wyłącznie do pobierania pokarmu; korzenie czepne są znów



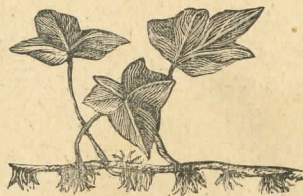
rys. 40.

przykładem korzeni, służących wyłącznie do przytwierdzenia rośliny. Zarazem widzimy, że korzenie mogą być otoczone nie tylko ziemią, lecz również wyłącznie wodą, lub nawet tylko powietrzem. Potem poznamy rośliny z łodygami, leżącymi na ziemi; takie zwykle również wypuszczają korzenie przybyszowe, wrastające w ziemię i zarazem pobierające z niej pokarm.

W tych różnych rodzajach korzeni, jak wogóle

we wszystkich cechach rośliny, w postaci każdego jej narządu, w jego budowie i czynnościach, widzimy przykłady przystosowania się rośliny do warunków otoczenia i do potrzeb jej bytu. Rośliny, w których nie wytworzyły się w odpowiednich miejscach narządy, zastosowane do warunków bytu, t. j. narządy, któreby umożliwiły w danym miejscu i czasie jej istnienie, musiały zginąć.

Ale nie poznaliśmy jeszcze jakim sposobem korzeń wykonywa drugą swoją ważną czynność: pobieranie pokarmu. Zbadaliśmy już całą powierzchnię korzenia i jego budowę; widzimy, że nigdzie nie ma w korzeniu żadnych otworów, którymby pożywienie mogło do korzenia przeniknąć. Przeciwnie, widzimy, że cały korzeń otoczony jest naskórkiem;



rys. 41.

sam koniuszeczek otoczony jest jeszcze czapeczką i, jak się przekonano, pokarmu nie pobiera; początek korzenia ma naskórek skorkowaciały, przez który również pożywienie przeniknąć nie może. Tylko włósniki pokrywające środek korzenia mają tak cienką ściankę, że w nie może woda z ziemi wsiąknąć, a więc wraz z wodą mogłyby przeniknąć i te sole mineralne z ziemi, które są w takiej wodzie zupełnie rozpuszczone. Przez ścianki młodych komórek, nie zdrzewniałe, ani skorkowaciałe, woda łatwo przesiąka, tak jak przesiąka np. przez bibułę, a włósniki korzenia są właśnie, jak wiemy, takimi młodem

komórkami, które ciągle wyrastają z korzenia na nowo, w miarę jak dawniejsze się starzeją. Zdawałoby się mogło, że skoro woda w dostatecznej ilości wsiąknie już przez te włóśniki i wypełni cały korzeń, to wsiąkanie powinno ustać. Tymczasem woda wsiąka w korzeń bezustannie, tak jakby we wnętrzu korzenia mieściła się jakaś siła przyciągająca ciągle wodę z ziemi. Można zrobić łatwe doświadczenie, które nam to zjawisko w znacznym stopniu wyjaśni.

Weźmy wąską rurkę szklaną i zamknijmy jeden jej koniec jakąś cienką błonką, pochodzącą ze zwierzęcia lub rośliny, np. pęcherzem, skórką zdartą z serdelka, pergaminem, błonką, zrobioną z glutenu lub t. p.; obwiążmy taki pęcherz dokoła rurki mocno nitką, a obciawszy wystające brzegi, oblepmy je woskiem, lakiem lub stearyną, aby woda nie mogła przeniknąć do rurki przez szczeliny pomiędzy rurką i błonką. Nalejmy teraz do tej rurki wody, w której rozpuścimy naprzód znaczną ilość soli kuchennej lub innej, albo cukru, tak, żeby roztwór soli lub cukru sięgał np. do połowy rurki lub wyżej i obwiążmy rurkę w tem miejscu, do którego roztwór sięga, nitką, lub zróbmy w tem miejscu znaczek atramentem, aby zapamiętać, do jakiej wysokości roztwór w rurce dochodził. Wreszcie wstawmy tę rurkę do czystej wody (otwartym końcem rurki ku górze) i zostawmy ją tam na czas pewien. Po godzinie już przekonamy się, że płyn w rurce podniósł się znacznie wyżej, aniżeli był przedtem i im dłużej rurka z roztworem w wodzie stać będzie, tem wyżej roztwór w rurce się podniesie. To znaczy, że czysta woda wsiąkała do rurki przez pęcherz, którym dolny

koniec rurki jest zamknięty. Gdybyśmy do tej rurki naleli czystej wody i wstawili ją do gęstego płynu, np. do roztworu soli, albo cukru, lub do białka z jaj kurzych, zobaczylibyśmy, że woda w rurce opada, t. j. z rurki wysiaka do gęstszego płynu przez pęcherz.

Tak samo przekonać się można zawsze, że ile razy będziemy mieli 2 płyny, jeden rzadszy (np. wodę), drugi gęstszy (np. roztwór cukru), lub wogóle 2 płyny różnorodne, przegrodzone przeponą roślinną lub zwierzęcą, to płyny te przez przeponę przesiekają i mieszają się z sobą, ale zawsze tak, że rzadszy płyn o wiele szybciej przesika przez przeponę do gęstszego płynu, aniżeli odwrotnie, i to przesiekanie trwa tak długo, aż po obu stronach przepony utworzą się płyny jednakowej gęstości. Jeżeli rurkę z roztworem soli wstawimy do wody czystej, to czysta woda wsiąka szybko przez przeponę do rurki, dążąc do rozrzedzenia roztworu soli; widzimy też z tego powodu, że roztwór soli w rurce się podnosi; ale jednocześnie przesika też i roztwór soli z rurki przez przeponę do wody, choć w znacznie słabszym stopniu, znacznie wolniej, można się bowiem przekonać, że po upływie pewnego czasu czysta przedtem woda poczyną nabywać smaku słonego.

Wskutek tego mieszania się płynów powstanie z czasem zarówno w rurce jak i dokoła niej roztwór soli tej samej gęstości i wówczas dalsze mieszanie się płynów, dalsze przesiekanie przez błonę ustaje. Tak łatwo jednak przesikać mogą przez błony roślinne i zwierzęce tylko płyny i takie ciała, które się w płynach łatwo i zupełnie rozpuścić mogą, np.

ole, cukier i t. p. Są jednak niektóre ciała, np. białko, guma, mączka, tłuszcze, które nigdy przez błony takie nie przesiakają; takie nieprzesiakiawe ciała nazywamy koloidami. Jeżeli więc rurkę napełnioną wodą wstawimy do takiego ciała, np. do białka, to woda przez przeponę rurki do białka przesiąka, lecz odwrotnie, białko do rurki nie wchodzi; na odwrót też, jeżeli rurkę napełnioną białkiem, wstawimy do wody, albo do roztworu soli, to woda, czy roztwór soli wsiąka przez błonę do rurki, lecz odwrotnie, białko z rurki wsiąknąć nie może, wciąż więc tylko woda w rurkę wsiąkać będzie, dążąc do rozrzedzenia płynu gęstego w rurce.

Otóż i w roślinie mamy płyny gęste, np. białko, tłuszcze, gumę i t. d., na zewnątrz zaś jej, w ziemi, mamy wodę z rozpuszczoną w niej drobną ilością soli mineralnych, czyli płyn rzadszy i przesiakliwy; woda więc z solami musi przesiąkać przez ścianki włóśników, jako przez cienką przeponę roślinną, do wnętrza rośliny, dążąc do rozrzedzenia tych gęstych płynów, których atoli rozrzedzić nie może, bo wewnątrz rośliny woda i sole łączą się z węglem i wytwarzają wciąż nowe ilości białka, gumy, mączki, tłuszczów; woda więc z solami musi do rośliny wsiąkać bezustannie o ile się woda w ziemi znajduje. Ponieważ znaczna ilość wody z rośliny paruje wciąż z liści w powietrze, muszą zatem wciąż na jej miejsce nowe ilości wody przybywać. Na odwrót, białko, mączka, guma, tłuszcze i inne ciała z rośliny w ziemię przesiąknąć nie mogą, są to właśnie ciała nieprzesiakiawe czyli koloidy. Z tego widzimy, że choć zwykle w potocznej mowie wyrażamy się, że

korzeń wyciąga soki z ziemi, to jednak w rzeczywistości korzeń zachowuje się biernie, bo pokarm sam wsiąka do korzenia bez jego pomocy, tak samo jak woda wsiąka np. do rurki szklanej, napełnionej białkiem, i że pokarmem tym nie są właściwie soki, lecz tylko woda i sole mineralne.

Widzimy więc, że zjawisko pobierania pożywienia z ziemi przez roślinę nie jest zjawiskiem szczególnem, właściwem tylko żywej roślinie, gdyż możemy je także wywołać sztucznie w ciałach martwych, w rurce szklanej lub innej; to znaczy, żeśmy zjawisko pobierania pokarmu przez korzeń sprowadzili do innego zjawiska prostego i zrozumiałego. Tak zawsze nauka ma na celu, badając zjawisko, sprowadzić je do innego prostszego i znanego zjawiska, które wyjaśnia jego przyczynę. Przyczyną pobierania pokarmu przez korzeń jest własność wody i ciał mineralnych w niej rozpuszczonych przesiakania przez wszystkie przepony roślinne i zwierzęce; własność tę nazywamy wogóle przesiakliwością.

Jednakże pobieranie soli przez korzeń nie odbywa się wyłącznie w tak prosty sposób, jak to dotąd mówiliśmy, gdyż tą drogą nie wszystkie sole z ziemi mogłyby się do rośliny dostać, nie wszystkie bowiem sole, wchodzące w skład popiołu, rozpuszczają się w wodzie. Mówiliśmy już jednak, że korzeń wciąż wykonywa jeszcze jedną czynność: oddycha, tak jak oddychają wszystkie części rośliny, tak samo jak oddycha człowiek lub zwierzę, t. j. korzeń z powietrza zawartego w ziemi pobiera tlen, a natomiast wydziela kwas węglowy. W ziemi jest więc zawsze trochę kwasu węglowego, czyli jak go nazwaliśmy, dwutlenku węgla, wydzielonego przez korzenie, a także przez butwiejącą próchnicę. Otóż są sole, które chociaż w czystej wodzie się nie rozpuszczają, ale w wodzie przesiąkniętej dwutlenkiem wę-

gła rozpuszczają się dobrze i mogą wówczas wraz z wodą i innymi solami do korzenia wsiąknąć. W ten sposób oddychanie korzenia pomaga mu do odżywiania się. Prócz tego korzeń wydziela z siebie jeszcze jakiś kwas; jest go tak mało, że trudno poznać, co to za kwas, ale zdaje się, że to ocet.

W każdej aptece dostać można papierki zabarwione na niebiesko, a zwane papierkami lakmusowymi, które mają tę własność, że od każdego kwasu zmieniają swą barwę niebieską na czerwoną, lecz tylko od kwasu, choćby najslabszego, nigdy od innego ciała. Jeżeli młode końce korzeni przyciśniemy do takiego papierka, pozostawia one na nim ślad czerwony, co dowodzi, że wydzielają kwas. Otóż ten kwas rozpuszcza w sobie znów sole z popioła, które w czystej wodzie lub w wodzie z dwutlenkiem węgla nie mogłyby się rozpuścić, i wraz z tym kwasem, w którym się rozpuściły, wsiąkają napowrót w korzeń. Gdybyśmy napełnili słoik po brzegi wodą, do której dodamy kilka kropel kwasu solnego lub mocnego octu i zawiazali otwór słoika pęcherzem, na który nasypimy trochę kredy, to po pewnym czasie przekonalibyśmy się, że kreda przez pęcherz przesiąkła do słoika. Stało się to w ten sposób, że woda zakwaszona wystąpiła przez pęcherz na zewnątrz, rozpuściła w sobie kredę, tak, że po obu stronach pęcherza był płyn różnej gęstości i dlatego rozpuszczona kreda znów przez pęcherz wsiąkła do słoika. Tak i kwas korzeniowy rozpuszcza sole, z którymi napowrót do korzenia wsiąka. Można się łatwo przekonać, z jaką siłą korzeń przy pomocy tego kwasu i kwasu węglowego nie tylko rozpuszcza drobne ilości sproszkowanych soli, ale nawet rozgryza twarde kamienie. Gdybyśmy do ziemi w donicze, w której rośnie roślina, włożyli pod spód dobrze wypolerowaną płytkę marmuru, przekonalibyśmy się po kilku tygodniach, wyjąwszy płytkę, że powierzchnia jej, choć była zupełnie gładka, jest cała porysowana w bruzdki. Te bruzdki wygrzyły właśnie korzonki, które rosnąc doszły do płytki, przylgnęły do niej mocno i swymi kwasami wygrzyć ją poczęły.

Nie będziecie się teraz dziwić, że na nagich kamieniach i skałach rosnąć mogą porosty, mchy i inne drobne roślinki, a przedewszystkiem pierwotki i t. p. proste wodorosty, przygotowujące dopiero grunt dla mchów i innych roślin. Te pierwotne roślinki zdobywają sobie drobną ilość soli mineralnych, jakiej potrzebują, ciężką pracą, wygrzyzając kamienie. Atoli nie tylko dla siebie pracują te istoty. Po śmierci swej gniją one, jak wszystkie istoty, tworząc na kamieniu cieniutką warstwę próchnicy, w której zakorzenie się mogą wyższe już roślinki, kielkujące tu z zarodników lub z nasion wiatrem przyniesionych. Te wyższe roślinki wyzyskują popiół z próchnicy, utworzonej z poprzednio tu rosnących niższych roślinek, a dojrawszy nieco, zmężniawszy, gdy pierwsze trudne chwile życia, dzięki tej próchnicy przebyły, zapuszczają swe korzenie głębiej, do samego kamienia, który kwasem swych korzeni dalej niszczy. Po śmierci tych wyższych roślin tworzy się z nich już grubsza warstwa próchnicy, na której wyższe jeszcze rośliny rosnąć mogą, przygotowując po swej śmierci znów grunt dla roślin jeszcze wyższych i t. d.

W ten sposób niższe rośliny torują drogę do życia wyższymi i na nagich z początku skałach i murach wystają z czasem nawet wielkie drzewa. A i same kamienie i skały z czasem same powoli wietrzeją, t. j. pod wpływem wody i powietrza, a głównie dwutlenku węgla, zawartego w powietrzu, kruszą się i rozpadają, zamieniają się w piasek, glinę, sole, które strumieniami wody deszczowej zostają zmyte i zniesione w doliny, gdzie tym sposobem, przy pomocy z początku niższych, a potem wyższych roślin, tworzy się powoli z jałowego kamienia wreszcie gleba rodzajna.

Dawniej widzieliśmy, że roślina składa się głównie z białka, mączki, cukru, gumy, tłuszczów i t. d., a te ciała są znów związkiem kilku pierwiastków takich, jak węgiel wodór, tlen, azot, siarka, fosfor i in. Teraz zaś rozumiemy już, skąd wszystkie prawie te pierwiastki w roślinie się wzięły, bo skoro

roślina otrzymuje z ziemi wodę, to nie dziwnego, że zawiera w sobie wodór i tlen, z których się właśnie woda składa; skoro pobiera saletrę, czy sole amoniakalne, to nie dziwnego, że się w roślinie znajduje azot i t. d. Widocznie jednak te wszystkie pierwiastki łączą się w roślinie inaczej, aniżeli były złączone w ziemi i tworzą wówczas nowe ciała takie, jak białko, mączka, cukier i t. d. Ale przecie w białku, mączce, cukrze i wszystkich innych ciałach organicznych rośliny znajduje się zawsze jeszcze węgiel, którego roślina z ziemi nie bierze, bo wiemy już, że roślinę można dobrze wyhodować w ziemi zupełnie wypalonej, lub w wodzie, w której rozpuścimy odpowiednie sole, a w których węgla zupełnie nie ma. Oczywiście węgla roślina z ziemi nie pobiera. A jednak węgiel znajduje się w roślinie, we wszystkich ciałach, z których się ona składa i jest go nawet w roślinie tak dużo, że stanowi on prawie połowę na wagę rośliny suchej. W miarę jak roślina rośnie, przybywa jej coraz więcej białka, mączki, cukru, tłuszczów i t. d., a więc przybywa jej coraz więcej węgla. Skądże go roślina czerpie? Skoro nie bierze go korzeniami z ziemi, musi go chyba brać z powietrza, a mówiliśmy już nieraz, że w powietrzu znajduje się pewne ciało, zawierające w sobie węgiel, mianowicie dwutlenek węgla czyli t. zw. kwas węglowy, złożony z węgla i tlenu, a wydzielający się bezustannie ze wszystkich ciał żywych przy oddychaniu, gniciu i paleniu. Wiemy już również, że choć gaz ten ciągle z tyłu ciał się wydziela, jest go jednak w powietrzu nie wiele, właśnie dlatego, że go istotnie rośliny wciąż pochłaniają i przez

to oczyszczają powietrze z tego gazu szkodliwego dla ludzi i zwierząt.

Widzimy przeto, że oprócz wody i soli mineralnych pobierają rośliny jeszcze jeden pokarm, dwutlenek węgla, i to pokarm najważniejszy, bez którego nie mogłyby wytworzyć sobie ani białka, ani mączki, ani cukru, ani innych ciał organicznych, na których życie ich polega. Atoli tego pokarmu nie czerpią już rośliny z ziemi, lecz jak widzimy, z powietrza.

Ludzie i zwierzęta również potrzebują węgla, bo także z węgla się składają, ale pobierają ten węgiel w pokarmach stałych, lub płynnych, np. w mięsie, mleku, chlebie i t. p., rośliny zaś pobierają go w postaci gazu, dwutlenku węgla i to z powietrza. Z tego powodu sądzono, że rośliny gazem tym oddychają, tak jak my oddychamy powietrzem. Widzimy jednak, że dwutlenek węgla potrzebny jest roślinie do wytworzenia ciał organicznych, z których się ona składa, a więc na pokarm, pobieranie tego gazu jest przeto odżywianiem się rośliny, lecz nie oddychaniem.

Próbowano pielęgnować rośliny w szklanych naczyniach, z których umyślnie usunięto kwas węglowy (można to łatwo uczynić, pomieściwszy w takich naczyniach miseczkę z potażem lub sodą gryzącą, które cheiwie dwutlenek węgla pochłaniają) i przekonano się, że istotnie bez tego gazu rośliny żyć nie mogą, jeżeli zaś w takim naczyniu jest zwykle powietrze, zmieszane z dwutlenkiem węgla, wówczas rośliny rosną w niem dobrze. Trochę tego gazu rozpuszcza się zawsze z powietrza w wodzie; rośliny

zanurzone zupełnie w wodzie mogą go więc z wody pobierać. Ponieważ ten lotny pokarm znajduje się stale w powietrzu wszędzie, ponieważ w naczyniach pozbawionych tego gazu, rośliny żyć nie mogą, ponieważ nie pobierają go korzeniami, przeto wnosimy, że rośliny czerpią ten pokarm z powietrza, albo łodygą, albo liśćmi, albo innymi narządami nadziemnymi. Że go nie biorą kwiatami ani owocami, to wynika z tego, że roślina może żyć długo, rosnąć i wytwarzać w sobie białko, mączkę, cukier i inne ciała, zawierające węgiel, choć kwiatu ani owoców w tym czasie nie ma; pozostaje więc tylko łodyga z gałęzmi, lub liście. Który z tych narządów właściwie pobiera dwutlenek węgla z powietrza? jakim sposobem go pobiera? w jaki sposób z tego dwutlenku węgla i innych pierwiastków powstaje białko, mączka, cukier i t. d., bez których roślinyby nie istniały? Aby na te wszystkie pytania należycie odpowiedzieć, musimy naprzód dobrze rozpatrzyć i zbadać łodygę, gałęzie i liście i obeznać się z nimi dokładnie tak, jakżeśmy się obeznali z korzeniem.

Zadanie 7. Weź pietruszkę i marchew lub burak, wskaż poprzeczne bródki na powierzchni i objaśnij skąd one powstały; objaśnij dlaczego te organy są grube i soczyste, jak się nazywa taki rodzaj korzenia?

Zadanie 8. Wyjm jakąś roślinę z korzeniem i określ jakiego rodzaju ma korzeń i jak się taki korzeń nazywa, wskaż znane sobie rośliny z korzeniami przybyszowymi.

Zadanie 9. Przekraj wzdłuż i wszczep pietruszkę czy marchew i wskaż na niej naskórek, miękisz i walec osiowy.

Zadanie 10. Nalej do rurki zamkniętej u dołu pęcherzem, jak opisano w wykładzie, gumy arabskiej lub białka, wstaw ją do wody, w której rozpuść trochę soli; zaznacz na rurce

do jakiej wysokości plyn w niej sięga i zauważ po pewnym czasie, co się z nim stanie, o ile podniesie się w rurce lub opadnie; objaśnij przyczynę tego zjawiska.

Zadanie 11. Przekonaj się, przyciskając końce świeżych korzeni do papierków lakmusowych, że korzenie wydzielają kwas.

Zadanie 12. Nalej do słoika wody, dolej trochę octu i cały słoik napełnij po brzegi tą zakwaszoną wodą obwiąż u góry pęcherzem, na który nasyp odrobinę sproszkowanej kredy; zauważ, co się z tą kredą po pewnym czasie stanie.

Zadanie 13. Włóż w ziemię doniczki pod korzenie poziomo płytkę marmurową, gładką powierzchnią zwróconą ku górze; wyjm ją dopiero po 2 miesiącach i przypatrz się jej powierzchni; objaśnij skąd powstały na niej bródki?

XI. Cechy łodygi. Pąk i jego rozwój. Sadzenie, szczepienie i oczkowanie. Pokrój rośliny.

Ulistnienie. Symetria.

Zapoznamy się teraz z łodygą. Wiemy już, że jest to zwykle nadziemna, podłużna, środkowa część pędu, wydająca z siebie różne inne narządy i rosnąca w kierunku przeciwnym, aniżeli korzeń, t. j. ku górze, ku światłu. Mówiliśmy już raz o tem, że łodygę można uważać za środkową oś całej rośliny, bo wszystkie inne narządy są dookoła niej osadzone i tylko z niej lub z gałęzi, które są takimi samymi, lecz bocznymi osiami, inne narządy wyrastać mogą. Często wprawdzie widzimy liście, wyrastające wprost z ziemi, jakby wychodziły z korzenia, nazywano nawet takie liście „korzeniowymi”, w rzeczy-

wistości jednak wyrastają one zawsze z łodygi, która albo jest tak krótka, że nie zwraca na siebie naszej uwagi, jeżeli się temu bliżej nie przypatrujemy, albo też jest cała ukryta pod ziemią, bo są rośliny, mające łodygę podziemną, podobną nawet nieco do korzenia; lepiej przeto takie liście nazywać odziomkowymi. Jeżeli więc z jakiegoś narządu, choćby on był podobny do korzenia i znajdował się pod ziemią, lub miał postać liścia, wyrastają inne narządy, liście i kwiaty, to narząd taki będziemy uważali zawsze za łodygę.

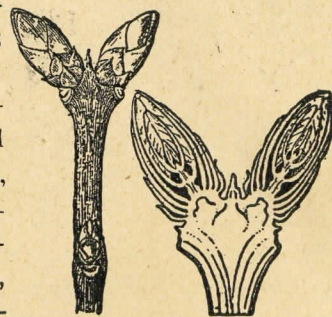
Jeżeli na końcu łodygi nie ma jakiegoś narządu, np. kwiatu, owocu, i jeżeli ten koniec nie jest uszkodzony, to łodyga zawsze jest zakończona pączkiem, za pomocą którego i sama rośnie i z którego rozwijają się inne narządy, gałązki, liście lub kwiaty, bo z pączków nie tylko wyrastają kwiaty, jak niektórzy sądzą, lecz również gałązki i liście. Taki pączek, siedzący na końcu łodygi lub gałązki nazywa się wierzchołkowym, ale oprócz niego znajdziemy na łodydze i gałęziach mnóstwo innych, siedzących w kątach liści, t. j. tuż nad tem miejscem, z którego liść wyrasta lub wyrastał; te pączki, z których tak samo jak z wierzchołkowych wyrastają potem gałęzie, liście i kwiaty, nazywamy pączkami bocznymi.

Pączek czyli pąk jest młodą częścią łodyżki lub gałązki, jej koniuszczkiem, pokrytym drobnymi listkami i łuskami (rys. 42). Bo jak najmłodszą częścią korzenia jest jego koniuszeczek, okryty czapeczką, tak znów najmłodszą, zdolną do wzrostu częścią łodygi, jest jej wierzchołek, ale ten nigdy

nie ma czapeczki i jest okryty tylko łuskowatemi blaszkami, jakby drobnymi delikatnymi listkami, tworząc wraz z nimi to, co nazywamy pączkiem. Jeżeli przeto nawet podziemny jakiś narząd zakończony będzie pąkiem, choćby ten narząd podobny był do korzenia, uważać go będziemy za łodygę.

Weźmy jakiś pąk, (który nawet przez całą zimę na każdym drzewie znajdziecie) i rozpatrzmy go, a zobaczymy, że jest on na zewnątrz lepki, pokryty żywicą, którą z siebie wydziela i otacza się na zimę, bo chroni go ona od mro-

zu i od parowania wody; (takie same znaczenie mają i włoski, którymi opatrzone są niektóre pąki pod łuskami); dalej zobaczymy, że pąk okryty jest na zewnątrz grubszemi, twardemi, brunatnemi łuskami, po usunięciu których widzimy, z jakiego mnóstwa



rys. 42.

białych, delikatnych listków, okrywających się wzajemnie i zwiniętych do koła siebie, a ku środkowi pąka coraz mniejszych, składa się pąk cały; w samym środku znajduje się króciutki, niewidoczny prawie młodociany koniuszeczek łodygi lub gałązki, na której pąk siedział, stanowiący środkową oś pąka, która z czasem wydłużyć się może w dalszy ciąg łodyżki lub gałązki, (albo w nową gałąź, jeżeli to był pączek boczny). Gdy na wiosnę przypłynie do pąka z ziemi świeża woda, gdy go słońce przygrzeje, żywica stapia się, brunatne łuski odchylają się i potem

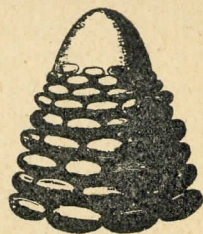
zwykle opadają, białe delikatne listeczki wyrastają coraz bardziej, powoli się odchylają, powiększają i zamieniają stopniowo w liście, lub płatki i inne części kwiatu, a środkowa oś pąka wydłuża się.

Ta młodociana, krótka, niewidzialna okiem oś pąka, czyli łodyżka, znajdująca się w jego środku, nazywa się wierzchołkiem wzrostu lub stożkiem wegetacyjnym. Chociaż listeczki, otaczające ten wierzchołek wzrostu i chroniące go od uszkodzeń i od zmian ciepła i wilgoci, są tak silnie skupione, że nie widać pomiędzy nimi wolnego miejsca, to jednak w miarę jak wierzchołek wzrostu rośnie i wydłuża się, odległość między listeczkami musi się przez to powiększać, tak, że powoli listki na łodyżce lub gałązce rosnącej coraz bardziej się od siebie oddalają i w starej łodydze znajdują się już zwykle na znacznych odległościach. Dolne listki pąka są dłuższe i starsze, prędzej wyrastają w duże liście, podczas, gdy sam koniuszeczek wierzchołka wzrostu jest otoczony drobniejszymi listkami; zanim i te wyrosną, koniuszeczek tymczasem nieco się wydłuży i znów okryje się drobnymi listkami, które wciąż z siebie wypuszczają. W ten sposób przez czas pewien, zwłaszcza na wiosnę, wierzchołek wzrostu wciąż się wydłuża, a przez to wydłuża się i cała łodyga, lub gałązka i z boku wciąż nowe liście wypuszczają, które z początku są drobnymi łuskami i stopniowo się rozwijają.

Tak rośnie ciągle każda łodyga lub gałąź, która ma na końcu wierzchołek wzrostu; ale gdyby i ten wierzchołek wzrostu zamienił się w jakiś organ (a zdarza się często, że zamienia się w kwiat), wów-

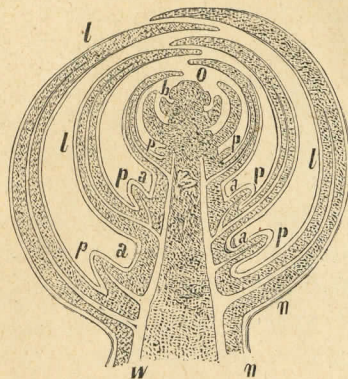
czas łodyga dalej już rosnąć nie może, wzrost jej się kończy, bo niema już wierzchołka wzrostu.

Budowę pąka lepiej jeszcze widać pod drobnowidzem; widać wówczas wyraźnie, że wierzchołek wzrostu ma postać stożkowatą (rys. 43), że drobne łuski, z których rozwijają się listki, tworzą się z początku, w założeniu, w postaci brodaweczek, wyrastających z tego wierzchołka i siedzą na nim gęsto od dołu ku górze, w około, coraz wyżej jedne nad drugimi, lecz, że między nimi jest wolna przestrzeń, choć drobna, która gdy się wydłuży, listki oddalają się od siebie (rys. 44a). W kącie nad każdym listkiem siedzi drobna wypuklina, która jest założeniem nowego bocznego pączka (rys. 44p). Gdy cały pąk wydłuży się i rozwinie w dalszy ciąg łodygi z liśćmi, te wypuklinki zamieniają się w pączki, siedzące w kątach liści. W jesieni liście opadają, ale pączki pozostają, przetrzymują i z wiosną wytworzą boczne gałęzie z liśćmi. Pod drobnowidzem widzimy, że cały wierzcho-



rys. 43.

łek wzrostu złożony jest z mnóstwa drobnych komórek, lecz że na nim niema jeszcze naskórka, ani we-



rys. 44.

wnątrz niema naczyń; tak samo liście nie mają jeszcze ani ogonka, ani nerwów.

W miarę jak wierzchołek wzrostu rośnie, na wyrosłej dolnej części jego tworzy się z zewnętrznych komórek—naskórek (rys. 44*n*), niektóre wewnętrzne komórki łączą się w rurki naczyniowe i sitkowe, tworzy się pochwa (rys. 44*w*); inne tkanki zaczynają się wyróżniać, lecz sam wierzchołek pozostaje złożonym tylko z komórek. Widzimy również, że wszystkie boczne narządy, listki, które dopiero zaczynają się na nim tworzyć, stanowią z nim razem jednolitą całość (rys. 44*b*), wyglądają z początku, jakby małe brodaweczki, wypuklinki na wierzchołku wzrostu, tak, że między nim i temi brodaweczkami niema żadnej granicy; każdy organ stanowi z młodocianą łodyżką z początku jedną całość, niczem się od niego nie różniącą, jest tylko jedną z licznych jego komórek, zupełnie do innych komórek jego podobną, w ten sam sposób utworzoną.

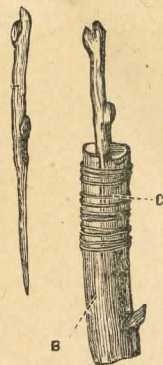
Tak samo więc gałąź, jak liść lub kwiat, powstaje tylko z łodygi, później stopniowo zaczyna się od niej wyróżniać; wszystkie te narządy są tylko zmianionemi stopniowo częściami łodygi. Dla tego też wszystkie te narządy rośliny, wyrastające zazwyczaj ponad powierzchnię ziemi, czasami pod nią, słowem wszystkie narządy, z wyjątkiem korzenia, obejmujemy wogóle razem jedną nazwą narządów łodygowych. Narządy te są tylko odgałęzieniami łodygi, lecz nie tworzą się tak, jak odgałęzienia korzenia, które powstają w środku głównego korzenia i potem przebijają się na zewnątrz, lecz powstają tylko jako wypuklinki na powierzchni łodygi.

Ponieważ każda łodyga lub gałąź, dopóki ma wierzchołek wzrostu, może, jak widzieliśmy, rosnąć, przeto nie dziwnego, że można np. od drzewa odciąć młodą gałązkę, zasadzić ją w wilgotną ziemię, a gałązka taka przyjmie się, rozrośnie i z czasem zamieni w takie same drzewo; trzeba jednak koniecznie, aby ta odcięta gałązka miała młodociany wierzchołek wzrostu, czyli pąk. Tym sposobem można sztucznie rozmnażać rośliny; nazywamy to sadzeniem.

Tak samo często ogrodnicy odcinają młode gałązki, zaostrażają je u dołu w klin i wsadzają w odcięty pień jakiegoś innego drzewa, w którym robią nacięcie, aby zaostrożony koniec gałęzi mógł wejść w pień; pień następnie obwiązują, oblepiają w około, przy ranie, poczem często gałązka się przyjmuje i rozrasta, jeżeli ma pączki, bo pobiera pokarm z pieńka, w który ją wsadzano (rys. 45). Nazywamy to szczepieniem. Tak więc można wsadzić gałązkę jakiegoś szlachetnego drzewa, wydającego piękne kwiaty, lub pożywne owoce, np. róży ogrodowej, gruszy szlachetnej, w pień dzikiego drzewa, np. dzikiej róży, lub dzikiej gruszy; ale gałązki róży nie można zaszczyć na pniu gruszy, lub np. sosny, bo sosna ma inne soki, inny pokarm, aniżeli ten, którego potrzebuje róża.

Gdy zaszczipiona gałązka rozrośnie się, otrzymamy drzewo, wydające piękne kwiaty lub owoce, zamiast mniej okazałych, jakie wydawało drzewo, na którym gałązkę zaszczipiliśmy. Orodnicy powiadają w tym razie, że dziką roślinę uszlachetnili.

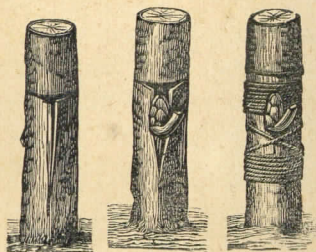
Czasami odcinają też gałązkę wraz z kawałkiem kory, z której wyrasta, lub nawet same pączki z kawałkiem kory; korę tę wycinają w trójkąt (rys. 46); następnie na dzikim pniu robią w korze nacięcie w postaci litery T, tę korę odchylają, wsadzają pod nią korę ściętą wraz z gałązką z drzewka szlachetnego, oblepiają maścią, obwiązują, poczem zasadzona w ten sposób gałązka często



rys. 45.

wyrasta na obcym pniu i wydaje swoje kwiaty i owoce, zabierając soki roślinie, na której ją zasadzono; nazywają to oczkowaniem (bo pączki nazywają inaczej „oczkami”).

Poznaliśmy już główne cechy łodygi, zupełnie, jak widzimy, różne od cech korzenia. Łodygę, zależnie od jej postaci i ustroju, nazywamy często rozmaicie, np. łodygę drzewa nazywamy pniem albo kłoda; łodygę palm i paproci drzewiastych, która jest też pniem, lecz nierozgałęzionym i tylko na wierzchołku ulistnionym, nazywamy słupcem albo kłodziną, łodygę traw nazywamy zwykle źdźbłem, wysoką łodyżkę bez liści, noszącą na sobie tylko



rys. 46.

kwiaty (np. jak w konwalii, tulipanach i t. p.) nazywają głąbikiem i t. d. Są, jak wiemy, rośliny nie mające wcale gałęzi, tylko łodygę z liśćmi, są też na odwrót rośliny o tak krótkiej łodyżce, że zdaje się jakoby cały pęd składał się tylko z pęku liści, wychodzących nad ziemię; niektóre rośliny drzewiaste mają pień wysoki, dopiero na samym

wierzchołku uwieńczony koroną gałęzi i liści, u innych, np. u naszego świerku, odwrotnie, pień już przy samej ziemi wydaje długie gałęzie, a im wyżej, aż pod sam wierzchołek, stają się gałęzie coraz mniejsze, tak że całe drzewo ma postać stożka, czyli jak to w takich razach mówimy, ma kształt piramidalny. W każdym prawie gatunku drzewa gałęzie rozchodzą się rozmaicie i są różnie ułożone, tak, że np. świerk albo wysmukłą i wysoką topolę włoską, której gałązki sterczą pionowo w górę, oraz wiele drzew i roślin zielnych, można zdala już z ich ogólnej postaci poznać. Tę ogólną postać rośliny, jakby zewnętrzny jej kontur, nazywamy pokrojem rośliny.

Miejsce łodygi, z którego wyrasta liść, nazywa się węzłem; gdy liść od łodygi odpada, pozostaje znak,

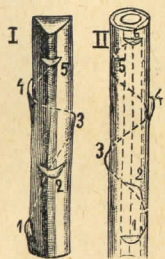
zwany blizną (rys. 43b); łatwo takie blizny zobaczyć zimą na gałązkach drzew, krzewów lub roślin pielęgnowanych po mieszkaniach. Węzły stanowią także cechę łodygi czy gałęzi, po której łatwo odróżnić te narządy od korzenia i innych organów rośliny. Część łodygi pomiędzy dwoma najbliższymi węzłami (lub bliznami) nazywa się międzywęzłem; na każdej gałązce znajdziemy wiele międzywęzli. Pąki boczne, z których rozwinąć się mogą nowe gałęzie, a stąd i same gałęzie, wyrastają zawsze z tych samych węzłów, z których wyrastają i liście, lecz zawsze nad liściem (t. j. z kąta, który tworzy liść z łodygą); dla tego powiadamy, że gałęzie wyrastają z kątów liści, ale gałęzi jest zwykle mniej, aniżeli liści, bo nie wszystkie pąki boczne rozwijają się.

Gdy rozpatrujemy odgałęzienia korzenia, nie widzimy, aby one były ułożone w jakimkolwiek porządku na głównym korzeniu (rozpoznać można tylko, że tworzą na nim zwykle 3 lub 4 rzędy podłużne), w układzie zaś liści na łodydze, czy gałązce, zawsze panuje pewien porządek. Sposób, w jaki liście są na osi takiej ułożone, nazywa się ulistnieniem.

Najczęściej z każdego węzła wyrasta tylko jeden liść, coraz wyżej dokoła łodygi, tak że gdybyśmy przeprowadzili nitkę przez wszystkie węzły po kolei, to nitka ta skręca się dokoła łodygi jak śruba, albo węzownica; taki układ liści nazywamy śrubowatym, albo skrętoległym (rys. 47). Jeżeli w takim układzie nitka przeprowadzona przez węzły okrąży raz jeden łodygę i znajdzie się wprost nad pierwszym

węzłem, z którego ją prowadzić zaczęliśmy, czyli gdy utworzy jeden skręt, napotyka ona tam często znów na węzeł, bardzo często jednak niema w tem miejscu węzła, tak że musi ona obiedz nieraz kilka razy dokoła łodygi, musi utworzyć 2, 3, 4 lub więcej skrętów, zanim napotka węzeł, leżący wprost nad pierwszym (t. j. na jednej prostej linii, przeprowadzonej pionowo wzdłuż stojącej łodygi przez pierwszy węzeł), czyli zanim utworzy jeden obieg.

Aby ściślej określić ulistnienie skrętoległe, liczymy, z ilu skrętów utworzony jest jeden obieg i ile węzłów leży w tym obiegu. Jeżeli np. musimy nitkę, przeprowadzoną przez węzły, okre-



rys. 47 i 48.

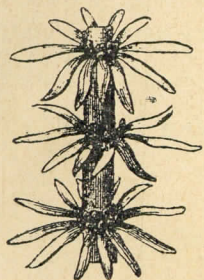
cić 3 razy dokoła łodygi, zanim napotkamy znów węzeł, leżący wprost nad pierwszym, powiadamy, że obieg składa się z 3-ich skrętów; na tych 3-ich skrętach przechodzi może nitka np. przez 8 węzłów (ostatniego, leżącego nad pierwszym nie liczymy, gdyż rozpoczyna on już następny, taki sam obieg); krótko wyrażamy ten przypadek ułamkiem $\frac{3}{8}$, w którym licznik wskazuje ilość skrętów, a mianownik ilość węzłów w obiegu. Jeżeli nitka zaraz przy końcu pierwszego skrętu napotyka na liść, leżący nad pierwszym, wówczas jeden skręt tworzy zarazem jeden obieg i jeżeli na tym skręcie leżą np. tylko 2 liście, wyrazimy ten przypadek ułamkiem $\frac{1}{2}$; jeżeli w 2-ich skrętach, tworzących jeden obieg, leży 5 węzłów, oznaczmy to ułamkiem $\frac{2}{5}$ i t. d. Pierwszym węzłem, od którego zaczniemy liczyć skręty, może być jakikolwiek węzeł,

bo na jednej roślinie są wszystkie węzły w podobny sposób ułożone; gdy określimy jeden obieg i ilość węzłów w nim na łodydze, zobaczymy, że i następne węzły na tej łodydze tworzą takie same obiegi o takiej samej ilości skrętów i węzłów.

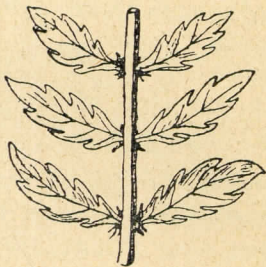
Najpowszechniej znane układy skrętoległe dają się wyrazić następującymi ułamekami: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$ i t. d.; przypatrzwszy się im, widzimy, że każdy ułamek ma licznik składający się z sumy liczników dwóch poprzednich ułamków, albo z różnicy liczników dwóch następnych ułamków, mianownik zaś jest sumą mianowników dwóch poprzednich, albo różnicą mianowników dwóch następnych ułamków, np. $\frac{3}{8} = \frac{1+2}{3+5} = \frac{8-5}{21-13}$; tym sposobem gdy zapamiętamy tylko 2 pierwsze ułamki, możemy zawsze wypisać wszystkie następne.

Niekiedy, jak np. w trawach i wielu innych roślinach bywa tak, że jeden liść wyrasta z jednej strony łodygi, np. z lewej, drugi — nieco wyżej, ale już z prawej strony łodygi, trzeci znów z lewej nad pierwszym, czwarty z prawej nad drugim, piąty — nad pierwszym i t. d. (rys. 48), t. j. że pomiędzy 2-ma liśćmi z jednej strony, leży jeden liść z drugiej strony łodygi, a wszystkie leżą tylko w 2-ich rzędach, w jednej płaszczyźnie. Układ taki nazywa się naprzemianległym. Taki układ, choć ma oddzielną nazwę, jest jednak również skrętoległym tylko, i to skrętoległym najprostszym, którego obieg składa się tylko z jednego skrętu i dwóch węzłów, co wyraziliśmy już ułamkiem $\frac{1}{2}$.

Oprócz układu skrętoległego, napotykamy jednak często i inny jeszcze. Bywa bowiem nieraz tak, że z jednego węzła wyrasta więcej aniżeli jeden liść, wyrasta np. 3, 4, 5 i t. d. liści dokoła łodygi w gwiazdkę, co nazywamy okółkiem; z drugiego węzła, wyżej leżącego, wyrasta drugi taki sam okólek liści, toż samo z 3-go, 4-go i t. d.; takie ulistnienie nazywamy okółkowym (rys. 49). Przy tem być może, że każdy liść górnego okółka leży wprost nad liściem dolnego okółka, na jednej prostej z nim linii pionowej, czyli że liście są nadległe, lub też liść górnego



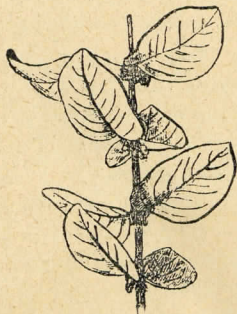
rys. 49.



rys. 50.

okółka leży nad pustą przerwą, znajdującą się pomiędzy dwoma liśćmi dolnego okółka, t. j. liście są międzyległe. Z każdego węzła może wyrastać jednak nie tylko 3, 4 i więcej liści, lecz tylko 2, jeden naprzeciw drugiego, parzysto, tworząc układ przeciwny (rys. 50); taki układ jest przeto także okółkowym, mającym w okółku tylko 2 liście, tak jak naprzemianległy jest skrętoległym, mającym w obiegu tylko 2 liście. Wogóle więc mamy tylko 2 układy: skrętoległy i okółkowy.

W układzie przeciwnym bywa czasami tak, że wszystkie liście leżą tylko w jednej płaszczyźnie, w 2-ch rzędach, t. j. rozchodzą się tylko na prawo i na lewo, (jak na rys. 50), ale częściej bywa tak, że gdy w jednym okółku rozchodzą się jego 2 liście na prawo i na lewo, to w drugim idzie jeden liść naprzód, drugi w tył, w 3-m okółku—jak w pierwszym, w 4-m jak w 2-gim i t. d. czyli że kierunek liści każdego okółka krzyżuje się z kierunkiem liści następnego okółka; jest to t. zw. układ krzyżowy (rys. 51). W zwykłym więc układzie przeciwnym liście są nadległe, w krzyżowym—międzyległe.



rys. 51.

Ułożenie międzyległe jest zarówno w układzie liści jak i w układzie części kwiatu najpowszechniejsze w świecie roślinnym i stanowi w nim niemal ogólne prawo, tak iż gdy spotykamy ułożenie nadległe, przypuszczać możemy, iż pośrednie międzyległe okółki zanikły, co zwykle się sprawdza.

Ponieważ wszystkie narządy łodygi powstają na niej w jednakowy sposób z pąków, więc to co mówimy o układzie jednych narządów, liści, dotyczy właściwie wszystkich innych, z tą tylko różnicą, że prawidłowy układ najwybitniej występuje w układzie liści, bo wiemy, że nie wszystkie pąki w kątach liści zawsze się rozwijają i wyrastają w gałęzie.

Wiadomo, że ciało ludzkie możnaby rozdzielić wzdłuż przez środek na dwie jednakowe połowy: prawą i lewą, które

zewnątrznie są do siebie podobne, tak jakby jedna stanowiła odbicie drugiej w zwierciadle, powiadamy, że ciało ludzkie jest zbudowane symetrycznie; tak samo ciało prawie wszystkich zwierząt. Ale ciało ludzkie, czy też ciało innego kręgowca albo owadu, da się podzielić na takie dwie odpowiadające sobie czyli symetryczne (bo jednakowemi właściwie nie są) części, tylko w jednym kierunku, t. j. na część prawą i lewą, bo strona grzbietna i brzuszna lub np. górna i dolna są zupełnie różne; niektóre jednak zwierzęta, np. gwiazdę morską, można podzielić na 2 symetryczne części kilkakrotnie, bo aż w 5-ciu kierunkach, a ciała zupełnie kuliste w nieskończonej ilości kierunków.

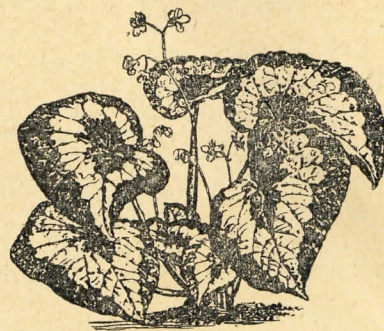
Takiej symetrii u wszystkich roślin dopatrzeć się nie można, ale łatwo zrozumieć, że np. lodyga w przeciwnym układem liści, dałaby się również wzdłuż rozciąć na dwie odpowiadające sobie części, tak jakby jedna była odbiciem drugiej w zwierciadle i to cięciem przeprowadzonym wzdłuż przez środek lodygi w dwóch kierunkach; lodygę z innym ulistnieniem okółkowym podzielić tak samo można wzdłuż w jakimkolwiek kierunku na dwie połowy symetryczne. Ale dzieląc lodygę ulistnioną przeciwnie w jednym kierunku, np. tak, aby tem jednym cięciem został zarazem i każdy liść podzielony wzdłuż na 2 podobne części, otrzymujemy 2 połowy symetryczne, i inne, aniżeli wówczas, gdy taką roślinę dzielimy w innym kierunku, np. prostopadłym do poprzedniego, tak że każda połowa lodygi zachowuje swój rząd całych liści; przeciwnie, jeżeli w okółku jest więcej liści, np. 3, 4, 5 i t. d., można roślinę taką przeciąć wzdłuż w kilku kierunkach, mianowicie w tylu, ile jest liści, na 2 połówki symetryczne, a za każdym razem otrzymamy połówki podobne do poprzednich. Wreszcie lodygę z ulistnieniem naprzemianległym można podzielić wzdłuż na połowy symetryczne tylko cięciem przeprowadzonym w jednym kierunku (wzdłuż środkowego nerwu liścia i środka lodygi), przeciąwszy ją w innym kierunku, nie otrzymamy połówek symetrycznych.

Płaszczyznę, która przedziela jakieś ciało na dwie części symetryczne, nazywamy płaszczyzną symetrii, rośliny

na z ulistnieniem naprzemianległym, ma, jak widzimy, tylko jedną płaszczyznę symetrii, roślina z ulistnieniem przeciwnym ma ich dwie, a z ulistnieniem okółkowym ma ich kilka. Tak samo i każdy pojedynczy narząd może mieć budowę symetryczną, np. liść da się podzielić wzdłuż przez środek, prostopadle do blaszki, na 2 połówki symetryczne, prawą i lewą, ale ma tylko jedną płaszczyznę symetrii; w innym kierunku tak podzielić się nie da, górna i dolna strona liścia są do siebie niepodobne, zarówno jak przednia i tylna; pionowy korzeń, pionową lodygę, lub kulisty owoc i t. p. narządy, można przeciąć przez środek wzdłuż pionowo na połowy symetryczne w wielu kierunkach.

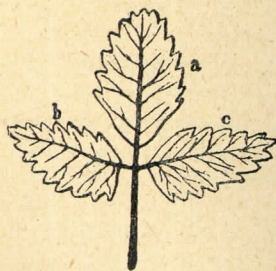
Taka symetria jaką ma roślina z ulistnieniem naprzemianległym, lub jaką ma pojedynczy liść, ziarno fasoli i t. p. narządy z jedną płaszczyzną symetrii, nazywa się symetrią boczną. Taka symetria jaką ma roślina z ulistnieniem naprzemianległym, lub jaką ma np. dwuskrzydły owoc klonu albo inny narząd z dwiema głównymi płaszczyznami symetrii, nazywa się symetrią dwuboczną. Wreszcie symetria, jaką przedstawia roślina z ulistnieniem okółkowym, albo pojedynczy korzeń, pojedyncza pionowa lodyga, pomarańcza, pomidor, czy inny organ, mający kilka płaszczyzn symetrii, nazywa się symetrią promienistą.

Bardzo wiele narządów nie ma budowy symetrycznej wcale; nawet pojedynczy liść u niektórych roślin nie jest zbudowany symetrycznie, jak to widzimy np. w liściach często hodowanej w doniczkach ukośnicy, czyli begonii (rysunek 52), albo w dwóch bocznych blaszkach z trzech siedzących na każdym ogonku liścia poziome



rys. 52.

(rys. 53 b i c), i w liściach innych roślin, gdzie nerw środkowy przedziela liść wzdłuż na dwie połowy nierówne.



rys. 53.

Natomiast odróżnić można łatwo w wielu narządach, a zwłaszcza w liściach (także w t. zw. mchach wątrobowych czyli wątrobowcach, których ciało w postaci niekształtnego liścia, u góry zielonego, pod spodem brązowego, płóży się płasko po ziemi, i w wielu porostach i niektórych innych roślinach i organach, niekiedy w łodygach) stronę górną i dolną, czyli grzbietną i brzusznią, odmiennej po-

staci i budowy, co nazywamy budową grzbieto-brzusznią, albo krótko grzbieciastą.

Zadanie 14. W celu przekonania się, jak łatwo gałązki odcięte przyjmują się w ziemi i rozrastają, odetnij świeżą gałązkę wierzby, bluszczu lub oleandru, albo pielęgnowanej często po mieszkaniach trzykrotki czyli tradeskancyi, lub in. rośliny i zasadź ją w ziemię polawszy wodą; w ciągu kilku dni gałązka się przyjmie.

Zadanie 15. Zetnij gałązkę z drzewa lub krzaku, zauważ układ pąków, wskaż pąki wierzchołkowe i boczne, przyjrzyj się czem pokryty jest pąk, jak wyglądają zewnętrzne jego łuski, co się pod nimi znajduje, zbadaj budowę pąka.

Zadanie 16. Wskaż na gałązce węzły lub blizny, policz międzywęzła; określ jakiego rodzaju jest ulistnienie i symetrya gałązki.

XII. Rodzaje łodyg nadziemnych i podziemnych; ich ustrój wewnętrzny. Wzrost na grubość. Krążenie soków. Narządy przyswajające węgiel.

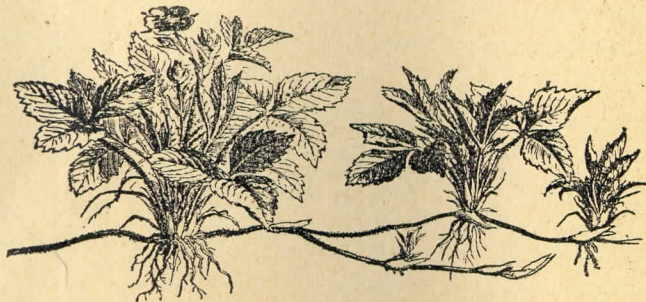
Poznawszy cechy łodygi i jej stosunek do innych narządów rośliny, musimy jeszcze bliżej poznać się z różnymi rodzajami łodygi, a przez to poznamy zarazem i gałęzie, które niczem się od niej nie różnią, są one takimi samymi, jak łodyga, osiami rośliny, choć bocznymi.

Mówiliśmy już o tem, że łodygi bywają albo nadziemne, albo podziemne; rozpatrzmy naprzód pierwsze.

Łodygi nadziemne bywają albo zielne, jak np. w trawach i ziołach, albo drzewiaste, jak np. w drzewach i krzewach; jak jedne, tak i drugie bywają najczęściej sztywne, i prosto, pionowo wznoszą się ku górze. Niektóre jednak rośliny mają łodygi tak wiotkie, iż o własnej sile wznieść się ku górze nie mogą i leżą całe rozpostarte na ziemi, takie łodygi nazywamy leżącymi; czasami takie łodygi zwracają młody wierzchołek ku górze (łodygi podnoszące się).

Z leżących na ziemi łodyg wychodzą u niektórych gatunków korzenie przybyszowe; przytwierdzające łodygę do ziemi i pobierające z ziemi pokarm; ponieważ zaś łodyga taka, jak każda łodyga, zakończona jest wierzchołkiem wzrostu, który wciąż rośnie i łodygę przez to wydłuża, przeto wygląda to tak, jakby łodyga leżąca pełzała, posuwała się po ziemi i z tego powodu podobne łodygi nazywają pełzającymi. W miarę bowiem, jak łodyga taka rośnie,

wypuszcza ona pod wierzchołkiem korzenie przyby-
szowe ku ziemi, liście zaś i kwiaty w górę; im bliż-
sze są więc te narządy wierzchołka, tem są młodsze
(rys. 54); dalej przeto od wierzchołka leżące narzą-
dy, tworzące często całe pędy, mogą już być bardzo
rozwinęte, gdy pod samym wierzchołkiem zaledwie
poczynają się zjawiać, a zanim młodsze się rozro-
sna, starsze często zupełnie więdną i opadają, tym-
czasem wierzchołek wzrostu posuwa się dalej; wy-
puszcza zaczątki nowych pędów, które następnie ro-



rys. 54.

zwina się, gdy dawniejsze zwiędną. Wygląda to czę-
sto tak, jakby pęd wyrastający w jednym miejscu
wędrował coraz dalej, posuwając się powoli co pe-
wien czas o mały krok naprzód. Taka przeto łody-
ga, jakkolwiek posiada ciągle na końcu wierzchołek
wzrostu, często nie ma początku, gdyż początek łody-
gi ciągle więdnie. Łodygi pełzające często się roz-
gałęziają, a ponieważ każda gałązka rośnie wierz-
chołkiem wzrostu, wypuszcza w górę pędy, a w zie-
mię zapuszcza korzenie, można przeto taką pełzającą
roślinę pociąć na części i każdą oddzielnie zasadzić

w ziemi, a właściwie tylko położyć poziomo na zie-
mi, przykrywszy ją nieco ziemią, a każda część ta-
ka, jeżeli ma wierzchołek wzrostu, przyjmie się, za-
korzeni i rozrośnie w całą roślinę; tak też często
rozmnażają sztucznie poziomki i niektóre inne rośliny;
gałązki leżące na ziemi nazywamy rozłogami.



rys. 55.

rys. 56.

Prócz łodyg prostych i leżących widzimy też
u niektórych roślin łodygi wijące się, które pną
się ku górze nie o własnej sile, lecz wspierając się
ciągle o łodygi roślin sąsiednich, lub o inne stałe
przedmioty i owijając się dokoła nich; takie łodygi
ma np. powój, fasola, bluszcz i w. in. Jedne z tych
wijących roślin, np. chmiel, wiją się w około jakiej
łodygi lub tyki tylko z lewej strony ku prawej (t. j.

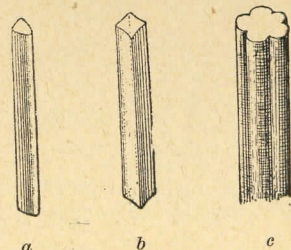
w takim kierunku, jak wskazówki zegarka leżącego) i w odwrotną stronę wić się nie mogą, inne znów, np. fasola, powój i t. p., przeciwnie, wić się mogą tylko od strony prawej ku lewej (rys. 55 i 56). Nie-



rys. 57.

które wijące się rośliny pomagają sobie w tem wspinianiu się korzonkami czepnymi, lub włoskami, inne znów cienkimi gałązkami, a właściwie ogonkami, skręcającymi się śrubowato, czyli wężami. W dzi-

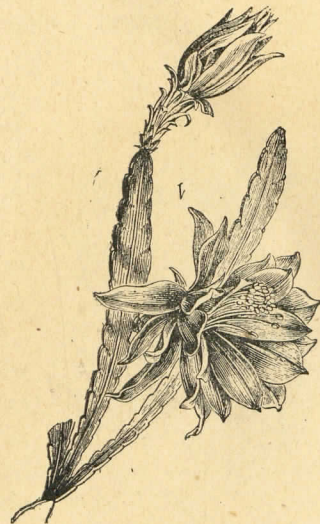
kich lasach Ameryki bywają często całe drzewa oplątane wielkimi roślinami wijącymi (rys. 57), które przerzucając się z drzewa na drzewo, związują je z sobą, spuszczaają z wysokości korzenie przybyśzowe, zamykając zupełnie przejście pomiędzy drzewami, ściskają drzewa w swych objęciach tak silnie, iż je duszą tamując krążenie soków w drzewach. Takie rośliny nazywamy płatoroślami albo lianami.



rys. 58.

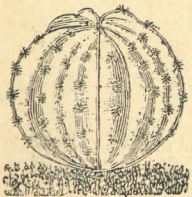
Najczęściej jednak, jak powiedzieliśmy, widzimy rośliny o łodygach prostych.

Kształt łodygi jest po większej części walcowaty czyli obły. Zdarzają się jednak w niektórych roślinach łodygi trójkątne (rys. 58 a), jak to łatwo zobaczyć można np. w turzycach, rosnących nad wodami i błotami, na łąkach i t. d.; czworokątne (rys. 58 b), np. w pokrzywie, szalwii, mięcie, jasnocie i w. in., wielokątne (rys. 58 c) i t. p. nawet zupełnie płaskie jak w niektórych kaktusowatych (rys. 59), lub jak



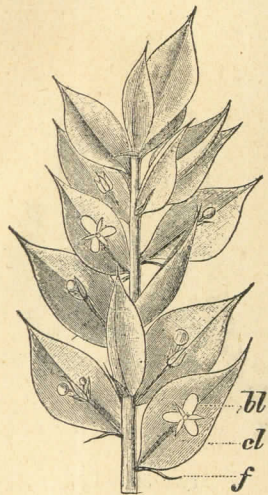
rys. 59.

w innych znów kaktusach (opuncyje) kuliste (rys. 60). Spłaszczone łodygi są często podobne zupełnie do liści (z tego powodu właśnie łodygi kaktusów uważane są zwykle niesłusznie za liście); łatwo jednak poznać, że to łodygi, nie liście, bo rosną wierzchołkiem i z nich wyrastają, jak ze zwykłej łodygi inne narządy, np. prawdziwe liście, lub kwiaty (rys. 61). Są to t. zw. gałęziaki (cladodiae).



rys. 60.

Na niektórych roślinach wyrastają krótkie gałązeczki, wydające liście, ale wkrótce przestają rosnąć, twardnieją, liście tracą i zmieniają się w kolce (rys. 62), ostro zakończone. Wszystkie ciernie i kolce są tylko takimi zmienionymi gałązkami. Liście sosny, modrzewiu i t. p. wyrastają z nadzwyczajnie krótkich gałązeczek; takie gałązki nazywamy gałązkami skróconymi.



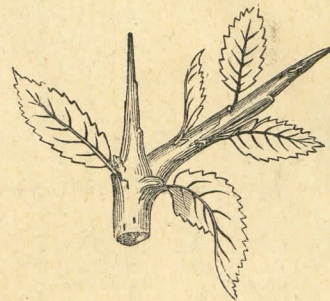
rys. 61.

skrzypy i widłaki, a także rośliny kwiatowe, pod względem swego ustroju.

Wewnętrzny ustrój łodygi wogóle już dawniej poznaliśmy. Przypomnijmy sobie na przykład jak są wogóle zbudowane rośliny najniższe, jaką budowę mają wodorosty morskie, jaką mchy, czem się od tych roślin różnią paprocie,

Wiemy, że łodyga, jak i każdy inny narząd roślin typowych, jest przede wszystkim otoczona na zewnątrz jedną warstwą komórek, czyli tkanką, w której ścianki komórek są zgrubiałe i zwykle skorkowaciałe; tkankę tę, pokrytą często włoskami, nazywamy naskórkem. Z młodocianych zielonych łodyg można ten naskórek łatwo zdrzeć i przekonać się, że jest bezbarwny. Całe wnętrze łodygi wypełniają tkanki zasadnicze, o komórkach w różnych tkankach rozmaitego kształtu, wypełnionych zarodkiem, sokiem komórkowym, często skrobią, cukrem i innymi ciałami, a pod samym naskórkem, w zielonych łodygach, jeszcze ciałkami zieleni.

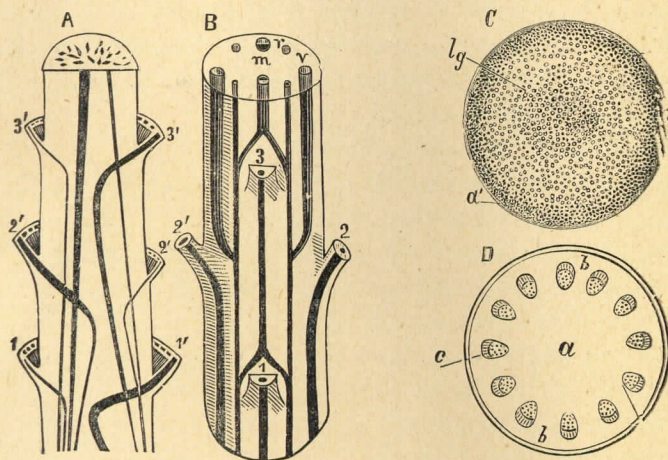
Wśród tych tkanek zasadniczych przebiegają wzdłuż przez całą łodygę rurki naczynne i sitkowe, skupione w wiązki, które się łączą z wiązkami korzenia, tak, że wiązki naczynne korzenia przechodzą w wiązki naczynne łodygi, a wiązki sitkowe korzenia, w wiązki sitkowe łodygi. Ale te wiązki nie są skupione w łodydze po środku, tak jak w korzeniu, gdzie tworzą razem walec osiowy.



rys. 62.

W roślinach jednoliściennych z każdego narządu schodzi do łodygi gruba wiązka, lub kilka grubych wiązek, aż do środka łodygi, a stąd zwraca się każda wiązka ku naskórkowi, staje się cieńszą i prze-

biega wzdłuż łodygi prawie pod naskórkiem ku korzeniowi (rys. 63, A, C). Dla tego w łodygach jednoliściennych są wiązki po całej łodydze rozrzucone. Przetnijmy łodygę tulipana lub hijacyntu w poprzek, a następnie wzdłuż, zobaczymy po środku grubsze, a ku obwodowi coraz drobniejsze punkty białe, które są przekrojem wiązek; środkowe, grubsze, stają się niżej cieńszymi i leżą bliżej naskórka. W niektórych jednoliściennych roślinach łodyga jest wewnątrz pusta i przez to staje się wytrzymalszą na

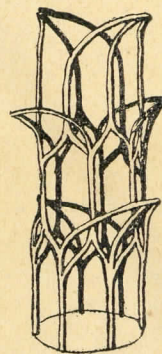


rys. 63.

zgięcie; tak z zasad mechaniki również wynika, że słup pusty wewnątrz jest wytrzymalszy od pełnego, z tego samego materiału zrobionego.

W dwuliściennych roślinach wiązek pośrodku łodygi wcale nie ma, a choć znajduje się w samym środku wyraźny walec osiowy, to jest on jednak złożony tylko z komórek, lecz nie z naczyń;

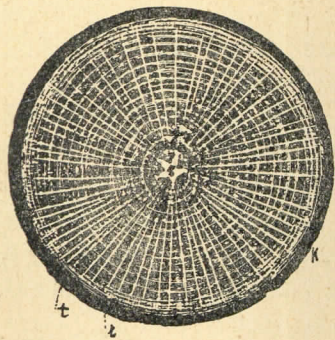
nazywamy ten walec rdzeniem. Wszystkie wiązki w roślinach dwuliściennych (rys. 63, B i D i rys. 64), leżą dokoła tego rdzenia; wiązki naczynne bliżej niego, a sitkowe bliżej naskórka. Wiązki więc korzenia, wchodząc do łodygi, odchylają się od środka i tworzą jakby pierścień otaczający rdzeń. Taką samą w zasadzie budowę mają wszystkie drzewa iglaste. Weźmy grubą gałązkę drzewa liściastego (wszystkie drzewa liściaste są dwuliścienne), najlepiej dębu lub drzewa iglastego, np. sosny, przetnijmy ją równo w poprzek i wzdłuż i zbadajmy jej budowę, bardzo ciekawą. Po samym środku zobaczymy właśnie rdzeń, który zawsze jest bardzo widoczny i barwy odmiennej, aniżeli otaczające go części (rys. 65 r.); w dębie jak widzimy na rysunku ma on postać gwiazdki; najczęściej przedstawia się jak krążek niewielki, czasami, jak np. w bzie czarnym, wypełnia sobą prawie całe wnętrze drzewa, (jest on tu barwy śnieżno-białej i nadzwyczaj lekki, w skutek czego wyrabiają z niego lekkie przedmioty, np. kulki bzo-



rys. 64.

we do doświadczeń z elektrycznością). Dokoła rdzenia znajduje się t. zw. drewno (rys. 65 D), zwykle twarde i barwy białej lub żółtawej, tylko w niektórych drzewach bywa innego koloru, np. w hebanie — czarne, w cisie — czerwone i t. d. Dokoła drewna znajduje się cienka warstwa twórcza czyli miazga (rys. 65 t), złożona z miękkich komórek młodocianych, otoczona na zewnątrz naprzód łykiem (rys. 65 l), a wreszcie korą (rys. 65 k);

prócz tego w kierunku od rdzenia ku korze przebiegają promienisto cienkie prążki, t. zw. promienie rdzenne. Przy-



rys. 65.

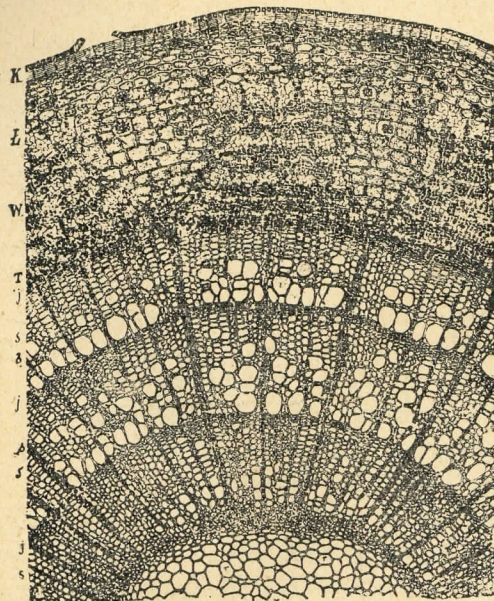
rzyjmy się teraz lepiej drewnu, a zauważymy, że jest ono złożone jakby z pierścieni, otaczających jeden drugi, pierścienie te nazywają się słojami drzewnymi (na rys. 65 jest ich 15). Po tych słojach można łatwo poznać wiek drzewa, bo jest ich w pniu

właśnie tyle, ile lat pień rośnie, a w każdej gałęzi tyle, ile lat upłynęło od czasu, gdy wyrosła; co rok bowiem przybywa w pniu i gałęziach po jednym słoju drzewnym.

Gdybyśmy w jakimś miejscu obnażyli pień rosnącego drzewa aż do pierwszego pierścienia drzewnego, licząc od strony kory, t. j. gdybyśmy zdjęli kawałek kory, łyka i warstwy twórczej i na obnażony słój położyli blaszkę metalową, lub wycięli na nim znak (np. datę lub literę), to po roku rana zarośnie, gdyż z warstwy twórczej wytworzy się nowy słój drzewny, który blaszkę lub znak zakryje, a gdybyśmy po kilku latach to drzewo w tem miejscu ścięli, zobaczylibyśmy, że od tego znaku utworzyło się pod korą tyle pierścieni czyli słojów drzewnych, ile lat upłynęło od czasu, kiedy znak był zrobiony.

Dzieje się to w taki sposób, że gdy z wiosną świeże soki w roślinie krążyć poczynają, warstwa twórcza zaczyna się szybko rozrastać na grubość, a że

jest otoczona nierozciągliwą korą, przeto kora nie wytrzymuje parcia i pęka (z tego powodu kora naszych drzew jest zwykle popękana). Wówczas warstwa twórcza swobodniej się jeszcze rozrasta, a w miarę jak grubieje, jedna jej część przylegająca do drewna, tworzy nowy słój drzewny, złożony tylko z wiązek naczynnych i komórek odgradzających jedną



rys. 66.

wiązkę od drugiej (te komórki odgradzające stanowią właśnie promienie rdzenne), druga zaś jej część, znacznie cieńsza, od strony łyka, zamienia się powoli w łyko; dawniejsze łyko stopniowo zupełnie korkowacieje i zamienia się w korę, a stara popęka-

na kora powoli kawałami odpada, (nazywa się wówczas martwicą). W miarę jednak jak się tworzy młoda kora, nie dająca się jeszcze rozerwać, ciśnie ona na warstwę twórczą, która już tak swobodnie rozrastać się nie może, tem bardziej, że otrzymuje już mniej soków, aniżeli z początku, z wiosną, i dlatego ta część nowego słoja drzewnego, która później, ku jesieni się tworzy, złożona jest już z bardziej zbitych komórek, o grubszych ściankach i wydaje się z tego powodu ciemniejszą; każdy słoć drzewny jest przez to od strony rdzenia trochę jaśniejszy, aniżeli od strony warstwy twórczej.

Rys. 66 przedstawia powiększone przecięcie pnia 3-letniego, *r* oznacza rdzeń, *s, s, s, s* słoje drzewne, przy *j, j, j*, ich części tworzące się ku jesieni, *T* — warstwa twórcza.

Cieńsza część warstwy twórczej zamienia się łatwiej w łyko, aniżeli w słoć drzewny, dla tego też łyko i kora są zawsze cieńsze od drewna. Tak jak w słoju drzewnym, warstwa twórcza tworzy tylko wiązki naczynne, tak znów w łyku (rys. 66 *L*) tworzą się tylko wiązki sitkowe, (rys. 66 *W*); sitkowe przeto są zawsze oddzielone warstwą twórczą od naczynnych (rys. 66 *T*). Ponieważ każdy następny słoć drzewny jest coraz większy, przeto tworzy się co rok w słojach coraz więcej wiązek naczynnych, a w łyku sitkowych, pomiędzy wiązkami zaś coraz więcej promieni rdzennych (rys. 66 *p*).

Tym sposobem, co rok, poczynając od wiosny, aż do późnej jesieni, rozrasta się warstwa twórcza na grubość; część jej, od strony rdzenia, zamienia się w nowy słoć drzewny, część zaś, od strony kory, w łyko, pomiędzy zaś temi dwiema częściami pozo-

staje znowu cienka warstwa twórcza, która z przyszłym rokiem poczyną się tak samo znów rozrastać i zamieniać w słoć drzewny i łyko i to trwa tak ciągle, dopóki drzewo żyje. Stąd to wszystkie dwuliścienne drzewiaste, a także rośliny iglaste rosną w poprzek, na grubość, przez przyrost coraz nowych warstw. Z tego powodu drzewa dwuliścienne mogą dorastać z wiekiem, ogromnych na grubość rozmiarów. U nas nierzadko widzieć można drzewa, których pień ma w obwodzie kilka łokci.

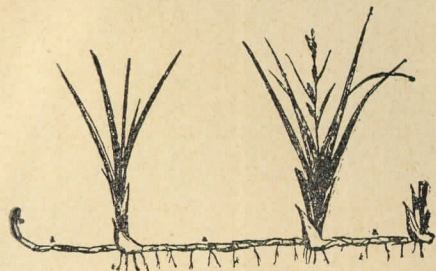


rys. 67.

Najgrubsze ze znanych dotąd drzew, są to t. zw. sosnogromy czyli welingtonije, albo drzewa mamutowe (*Sequoia*), podobne do iglastych, rosnące w Kalifornii, pomiędzy któremi zdarzają się osobniki, mające w pniu kilkanaście łokci w średnicy, a do 30 łokci w obwodzie; na pniu ściętym jednego takiego drzewa urządzono kiedyś bal, przy czem kilkanaście par osób swobodnie na nim tańczyć mogło (rys. 67), a w zdartej z tego drzewa i ustawionej pionowo kory, urządzono salon, w którym pomieszczono forte-

pian i siedzenia dla 40 osób; raz w czasie ulewnego deszczu schroniło się do tego salonu i pomieściło się w nim bez trudu 140 dzieci.

Prócz łodyg nadziemnych, o których dotąd mówiliśmy, wiele roślin posiada też i łodygi podziemne, które nazywamy kłaczami (także korzeniakami lub kłębami). Można je łatwo zobaczyć np. w turzycy (rys. 68 *a*), wydającej z kłacza pędy nadziemne, lub w tataraku, perzu, konwalii i wielu innych roślinach. Ponieważ rosną pod ziemią i nie są nigdy zielone (gdyż żaden narząd, do którego promienie słońca nie dochodzą, nie może być zielony), przeto na pierwszy rzut oka są podobne do korzeni, lecz rosną poziomo, tak jak leżące na ziemi łodygi i rosną w ten sam sposób, jak one t. j. po-



rys. 68.

suwają się wierzchołkiem, po za którym wyrastają pędy w górę; często pod ziemią się rozgałęziają, a zastarzałe części kłacza wędną; przez rozdzielenie takiego kłacza na części

i zasadzenie każdej części oddzielnie w ziemi, można takie rośliny rozmnażać sztucznie, jeżeli tylko zasadzone części posiadają wierzchołek wzrostu, gdyż kłacza wypuszczają i korzenie przybyszowe.

Pomimo pozornego podobieństwa można łatwo odróżnić kłacz od korzenia, gdyż na kłacu znajdujemy łuski zeschnięte, liście szczytkowe, pod którymi siedzą pączki, mogące się rozwinać w nadziemne

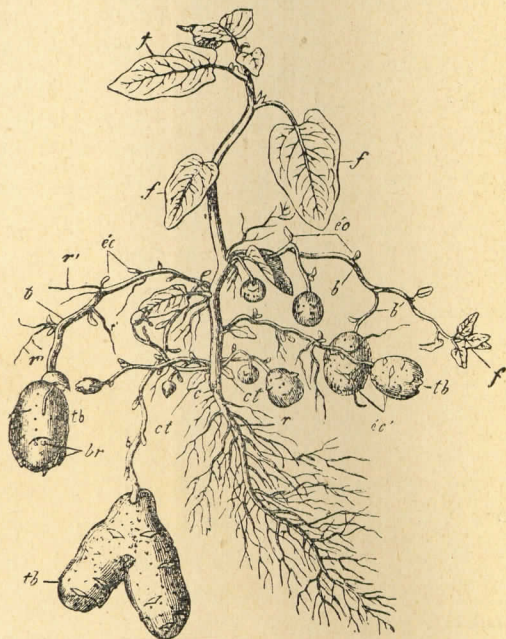
pędy, dalej widzimy i same pędy, wyrastające nad ziemię z kłacza; te nadziemne pędy są już zielone, gdyż otrzymują światło; w każdym razie międzywęźla, które ma tylko łodyga, lub gałązka, wskazują, że organ podziemny jest kłaczem, tem bardziej, że z kłacza wyrastają oddzielnie korzenie (rys. 68 *k*) w postaci organów nitkowych, nie podobne do kłacza, a co najważniejsza, kłacz jest zawsze zakończony wierzchołkiem wzrostu (*w*), pączkiem, nie zaś jak korzenie, czapeczką. Wierzchołkowy ten pąk posuwa się wciąż naprzód, kłacz zaś wydaje pędy nadziemne z pączków bocznych, leżących pod wierzchołkowym, lub sam zamienia się w pęd nadziemny.

Rzecz jasna, że i wewnętrzny ustrój kłacza odpowiada budowie łodygi i różni się wskazanymi już cechami od ustroju korzenia. Kłacza niektórych roślin są bardzo zgrubiałe, jak to widzieć można w tataraku, kosaćcu, lub z pomiędzy roślin pielęgnowanych w mieszkaniach, np. w t. zw. aspidistrze i w w. in. Jak niektóre rośliny gromadzą pokarm w korzeniu lub innych organach, tak wiele roślin, posiadających kłacza, gromadzi zapasy pożywne w tych właśnie narządach.

Prócz tych zwyczajnych postaci przyjmują podziemne łodygi wielu roślin jeszcze dwie szczególne formy; łodygi podziemne mogą być bowiem jeszcze bulwami lub cebulami. Bulwa jest to krótka, lecz bardzo zgrubiała część kłacza z pączkami, jak to np. widzimy w ziemniakach, których używamy na pokarm, a które są właśnie bulwami, t. j. zgrubiałymi, zaokrąglonemi łodygami podziemnymi, z krótkimi międzywęźlami.

Wiadomo, że kartofle wyrastają nad ziemię zielonym pędem, złożonym z łodygi zielonej, rozgałęzio-

nej, liści i kwiatów (rys. 69 *f*) pod ziemią posiada ta roślina korzenie (*r*), a prócz tego rozpościerają się poziomo cienkie podziemne długie łodyżki (*b*), czyli kłącza, z których wyrastają korzenie przybyzowe (*r'*), szczątkowe liście (*éc*); kłącza te są, jak

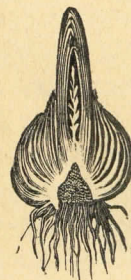


rys. 69.

zawsze, zakończone pączkami. Otóż ta roślina gromadzi sobie zapas pokarmu w tych podziemnych łodygach, ale nie na całej ich długości; lecz tylko na końcu, tam właśnie, gdzie kłącza posiadają pąki. Wskutek tego wierzchołki tych kłączy grubieją, powiększają się coraz bardziej i tworzą się bulwy

(rys. 69 *tb*); tym sposobem pączki, początkowo skupione w wierzchołku kłączy, rozchodzą się i nieco oddalają od siebie, tak, że je widzimy rozrzucone na całej bulwie. Przypatrzenie się powierzchni ziemniaka; łatwo na niej zauważyć zagłębienia czyli t. zw. oczka (*br.*); są to właśnie pączki. Dlatego to, gdy ziemniak do ziemi lub wody włożymy, wydaje on nową roślinę nadziemną, a także korzenie i kłącza; pędy takie wyrastają z owych oczek, gdyż te oczka są pączkami, które rozwijają się, czerpiąc pokarm nagromadzony w bulwie. Z tego to powodu można bulwę kartoflaną rozciąć na części, a z każdej części zasadzonej wyrośnie cały pęd, jeżeli tylko część ta posiadała oczko, tak samo jak to przy sadzeniu czy szczepieniu ma miejsce z gałązkami łodyg. Poznaliśmy to już, wykonywując zadanie 2-e (str. 38). Podobne bulwy, choć nie tak wielkie mają też niektóre inne rośliny.

Cebule, jakie widzimy np. w tulipanie, hijacyncie, czosnku, cebuli zwyczajnej, szafranie (czyli t. zw. krokusie) i t. p. są to także podziemne łodygi; korzenie wyrastają oddzielnie u dołu z nasady jakiej łodygi i są zawsze wiązkowate. Weźmy jakąś cebulę i przetnijmy ją wzdłuż na dwie połowy; zobaczymy (rys. 70) w środku na dnie cebuli stożkowaty pełny środek, zwany zwykle piętką, z którego właśnie u dołu wyrastają korzenie, a który jest łodygą. Z tej krótkiej łodygi wyrastają, jak widzimy, z boku liczne grube łuski, otaczające w około i ochraniające piętkę; są to liście, gdyż tylko liśćmi przecież mogą być



rys. 70.

spłaszczone narządy wyrastające z łodygi. Te łuski są soczyste i grube dla tego, że w tych organach właśnie nagromadziła roślina pokarm; nie są zaś zielone dlatego, że, jak wiemy, bez światła żaden narząd, nawet liść zielonym być nie może, a cebule światła nie otrzymują, gdyż znajdują się nad ziemią i otoczone są brunatną łuską. Łatwo się przekonać, zdjawszy ze zwyczajnej choćby cebuli, tę brunatną skórkę, stanowiącą zeszlą łuskę, że pierwsze soczyste łuski, stanowiące pierwsze liście zewnętrzne, do których trochę światła dochodziło, są nieco zielone; gdy taką łuskę położymy latem na słońcu, zazielenieje w krótkie bardziej jeszcze; są to więc istotnie liście, tylko trochę zmienione, gdyż służą do innej czynności, aniżeli zwykłe liście.

Czy ta budowa cebuli nieprzypomina zupełnie takiej samej budowy pączka? I pączek również złożony jest z krótkiej stożkowatej łodyżki, (wierzchołka wzrostu), otoczonej w około w ten sam sposób liśćmi łuskowatymi, choć cieńszymi i drobniejszymi; to podobieństwo powstaje stąd, że piętka cebuli jest łodygą o bardzo skróconych międzywęźlach. Gdy cebula się w ziemi rozrasta, wówczas przedewszystkiem wyrastają łuski wewnętrzne; wydłużają się one coraz bardziej i wyrastają nad ziemię jako zielone, wąskie i długie liście; wierzchołek zaś piętki wyrasta w górę w postaci długiej łodyżki, która na szczycie wydaje kwiaty, a potem owoce z nasionami, a to wszystko kosztem pokarmu nagromadzonego w soczystych łuskach cebuli, który wówczas wsiąka przez piętke do łodygi z kwiatami, czyli do głąbika. Następnie, po wydaniu owoców i nasion, pęd nadziem-

ny więdnie, liście powoli się zsuchają, a głąbik opada, lecz przedtem wszystkie soki pożywne zielonych liści spływają napowrót do cebuli i znów się gromadzą w owych grubych łuskach; tym sposobem z przyszłym rokiem cebula znów wydać może pęd nadziemny. Często wewnątrz dużej cebuli zobaczyć można z boku drugą cebulkę boczną, którą nawet oddzielnie zasadzić można, jest to zatem pęd boczny, boczna gałązka głównej piętki. Bulwy i cebule mają więc wszystkie własności organów łodygowych, lecz nie korzeni.

Przejdziemy teraz do czynności łodygi, która jak wiemy, stanowi środkową oś rośliny, wydającą z siebie i łączącą z sobą wszystkie inne narządy, przeprowadzającą soki mineralne z korzenia ku innym organom i naodwrot, dostarczającą korzeniowi, kwiatom i owocom pokarmu organicznego, wytwarzającego się w innych częściach rośliny. Soki więc przepływają w łodydze w dwóch kierunkach: jedne płyną od korzenia ku górze i stanowią t. zw. sok wstępujący, inne znów, odwrotnie, spływają przez łodygę na dół ku korzeniom i stanowią t. zw. sok zstępujący. Że istotnie taki wstępujący prąd soków w roślinie istnieje, łatwo się przekonać, przeciąwszy w poprzek łodygę młodej rośliny, najlepiej bluszczu, bielikrasy („calla” pielęgnowana w doniczkach) i in., zobaczymy wówczas obficie wyciekające z powierzchni przekroju krople soku. Zjawisko to nazwano „płaczem roślin”; z naciętego wzdłuż pnia brzozy wycieka również obficie płyn, z którego lud w niektórych okolicach przyrządza kwaskowaty

napój; ten płyn wstępujący nazywamy „oskołą” lub „oskolnicą”.

Zachodzi pytanie, przez jakie miejsce łodygi oskoła przepływa? Że nie zachodzi to w korze, wynika już z tego, że korę można całkowicie z drzewa zedrzeć, jak to np. robią umyślnie z korą dębu korkowego, którą zdzierają dla wyrobu korków, a cała roślina, jej gałęzie i liście, rosnąć przez to nie przestają, wciąż dalej otrzymując soki mineralne, pobierane korzeniami z ziemi.

Że sok wstępujący nie przepływa przez rdzeń pnia, wynika z tego, że drzewa bywają nieraz rdzenia pozbawione, t. j. wewnątrz zupełnie spróchniałe, jak to nieraz widzieć można zwłaszcza w obciętych wierzbach, czyli główaczach, a jednak drzewa przez to żyć nie przestają. Przecięte wzdłuż gałązki wstawiano jednym końcem do wody, zabarwionej jakąś farbą, aby lepiej dojrzeć wodę wznoszącą się w drzewie i wówczas zabarwione smugi, podnoszące się w drewnie, wykazywały, że tylko przez drewno soki wstępujące przechodzić mogą. Że tak jest, wynika zresztą już i z tego, że soki wstępujące składają się przecież tylko z wody i soli mineralnych, taką wodę zaś znajdujemy w łodydze tylko w rurkach naczynnych, nigdy w sitkowych, a rurki naczynne znajdują się tylko w słojach drzewnych. Najlepiej przeprowadzają sok wstępujący naczynia młodych słoju drzewnych, w dawniejszych słojach wiązki naczynne starzeją się, drzewnieją, zsiychają i przestają przeprowadzać soki.

Jeżeli pomyślimy, że są drzewa dorastające kilkuset stóp wysokości, zrozumiemy, jak wysoko musi

się nieraz woda wzniesć w łodydze. Aby na taką wysokość wodę podnieść, musieliby ludzie posiłkować się pompami poruszanymi maszyną lub siłą mięśni. Zachodzi przeto pytanie, jaka to siła może w roślinie podnosić wodę na taką wysokość?

Ponieważ korzenie pobierają wodę niezliczoną ilością włosków, znajdujących się na każdym odgałęzieniu korzenia i ta cała masa wody skupia się w wąskich naczyniach łodygi, w którychby się pomieścić nie mogła, musi ona przeto przez łodygę szybciej przepływać, aniżeli przez korzeń, w miarę zaś jak do korzenia wsiąka wciąż coraz większa ilość wody, popycha ona wodę znajdującą się już w korzeniach ku łodydze. Wstawmy kilka rurek szklanych rozmaitej szerokości do wody, przekonamy się, że w każdej rurce stać będzie woda nieco wyżej, aniżeli w naczyniu, do którego je wstawiliśmy, a przytem im węższą będzie rurka, tem wyżej się w niej woda podnosi. W bardzo wąskich rurkach, w których otwór jest tylko tak szeroki np. jak włoszek, woda wznosi się sama bardzo wysoko; tak samo w bibułę, ręcznik, knot, kawał cukru i t. p. ciała, zanurzone jednym końcem w wodę, wsiąka ona szybko i wznosi się sama na znaczną wysokość; tak zawsze wsiąka i podnosi się woda sama wysoko we wszystkie wąskie otwory.

Rurki naczynne w roślinie są węższe od najwęższych rurek, jakieby człowiek mógł zrobić, są tak wąskie, że ich wcale okiem dojrzeć nie można bez pomocy mikroskopu, a przytem mają one w sobie powietrze rozrzedzone, przeto w naczyniach podnosi się woda na znaczną bardzo wysokość, tem bardziej,

że gdy dochodzi do liści, znaczna część jej paruje i ulatnia się, tak, że na jej miejsce znów świeża woda z korzenia przyplywa; inaczej bowiem cała roślina napełniłaby się wkrótce wodą i ruch jej ustaćby musiał, gdyż dla świeżej wody nie byłoby już miejsca.

Z tego wszystkiego widzimy, że przyczyny powodujące podnoszenie się wody w łodydze są w ogóle mechaniczne, to jest takie, które tak samo działają i w ciałach martwych; temi przyczynami, jak widzieliśmy, są: 1) nadzwyczajna wąskość rurek naczynnych (własność podnoszenia się wody w wąskich rurkach nazywamy w fizyce „włoskowatością”); 2) rozrzedzone w tych naczyniach powietrze (skutkiem czego ciśnienie zewnętrznego powietrza wciska wodę jeszcze silniej w naczynia); 3) parowanie wody z rośliny; 4) ogromna powierzchnia włosników wysysających wodę, która następnie pomieścić się musi w naczyniach nadzwyczaj wąskich.

Wszystkie te przyczyny nie zupełnie tłómaczą podnoszenie się wody w łodydze na tak znaczne wysokości, jak to odbywać się musi w wielu roślinach. Niektórzy też sądzą, że woda nie płynie w roślinach wewnątrz naczyń, lecz przez ich ścianki, które mają własność pęcznienia, t. j. nabierania wody, a gdy te ścianki zdrzewnieją, jak to bywa w starych słojach drzewnych, przestają pęcznieć i wodę przeprowadzać; inni znów sądzą nawet, że woda przepływa przez promienie rdzenne, co ma za sobą pewne dane. W każdym razie, widzimy z tego, że tak ważnego, a pozornie tak prostego zjawiska, nie udało się dotychczas jeszcze zbadać i nawet co do miejsca, przez które woda przepływa, a tem bardziej co do przy-

czyn tego zjawiska, nie jesteśmy jeszcze w zupełnej pewności. Za to oddawna już obliczono szybkość i siłę, z jaką woda w łodygach się podnosi i przekonano się, że różne rośliny przedstawiają pod tym względem dość znaczną różnicę. O sile, z jaką przepływa sok wstępujący, można mieć pojęcie z tego, że gdy na przecięty świeżo w poprzek pień nałożymy pęcherz i silnie go zawiążemy, wydmie się on wkrótce pod wpływem wyciekającej z pnia wody w balon kulisty. Gdybyśmy na taki przecięty pień nasadzili szczelnie rurę długą na 36 stóp i napełnioną wodą, to sok wyciekający z przeciętego pnia, mógłby jeszcze cały ten słup wody, pomimo jego ciężaru podnieść, lub co na jedno wyjdzie, gdybyśmy do rury nasadzonej na taki pień naleli rtęci na $1\frac{1}{2}$ łokcia wysokości, to cały ten słup rtęci, jak się o tem niejednokrotnie przekonano, zostałby podniesiony sokiem wstępującym, wyciekającym z łodygi (rtęć jest przeszło 13 razy cięższą od wody); krótko wyrażając się: siła wyciekającej z pnia wody równa się ciśnieniu słupa rtęci $1\frac{1}{2}$ łokcia wysokiego, lub słupa wody 36 stóp wysokiego. Zauważono, że z łodygi słonecznika np. wycieka w ten sposób w ciągu 13 dni przeszło kwarta, t. j. przeszło $2\frac{1}{2}$ funta wody; z innych roślin wypływa więcej. Sok ten przepływa w niektórych roślinach długość 1 sążnia w ciągu godziny; w innych znów roślinach średnio około 3-ch stóp na godzinę. Najszybciej krążą soki w roślinie na wiosnę, latem słabiej, zimą przeważnie krążenie ustaje.

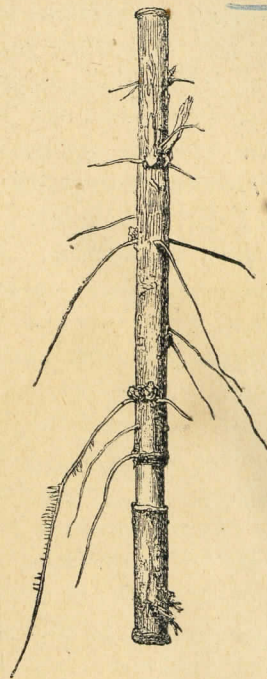
Co do soku zstępującego, to stanowi on zawsze mieszaninę ciał organicznych, zwłaszcza białkowa-

tych, tłuszczów i t. p. z wodą, nie zaś mineralnych, jak sok wstępujący, i płynie powoli rurkami sitkowymi, nigdy naczyniami; rurki zaś sitkowe, jak wiemy, przebiegają tylko w łyku. Gdybyśmy odcięli młodą latorośl i zasadzili w ziemi lub wodzie, wypuści ona, jak wiadomo, u dołu korzonki, które wytwarzać się muszą kosztem materiałów, spływających z łodygi ku korzeniom, t. j. z soku zstępującego, gdyż są przecież złożone same z materji organicznych; właściwie wytwarzają się te korzenie z komórek warstwy twórczej, do których sok ten spływa. Gdybyśmy zdjęli z gałązki tylko korę, pozostawiając łyko, gałązka również wypuści u dołu korzonki; rdzeń może być zupełnie spróchniały, co jednak nie przeszkadza korzeniom się rozrastać; lecz gdybyśmy zdjęli i łyko, gałązka korzeni nie wypuści, a jeżeli już istniały, zmarnieją. Z tych doświadczeń widzimy, że sok zstępujący przepływa istotnie tylko przez łyko.

Jeżeli zrobimy na gałązce dokoła nacięcie, a nieco poniżej drugie, tak, żeby można było zdjąć dokoła gałązki pierścień złożony z kory i łyka, t. j. tak, żeby górna część gałązki z dolną była złączona tylko drewnem, i po zdjęciu tego pierścienia wstawili koniec gałązki do wody, zobaczymy po pewnym czasie, że gałązka wypuści korzonki nie u dołu, lecz nad samem nacięciem (rys. 71). Widocznie sok zstępujący spływa rurkami sitkowymi łyka aż do nacięcia, niżej spłynąć nie może, gdyż łyko jest usunięte, gromadzi się więc nad nacięciem, i tam wytwarza korzenie. Sok zstępujący nie przechodzi więc ani przez rdzeń, ani przez drewno lub korę, lecz tylko przez łyko.

Podwójny ten ruch soków, składający się z prądu wstępującego i zstępującego, nazywamy krążeniem soków w roślinie.

Widzimy więc w łodydze, tak samo jak i w korzeniu, 2 rodzaje soków, 2 rodzaje pokarmów: mineralny i organiczny; nie widzimy jednak w łodydze nigdzie, aby się soki mineralne zamieniały w organiczne, nie widzimy tu nigdzie miejsca w którym by woda mogła łączyć się z węglem i wytwarzać ciała organiczne, nie widzimy też sposobu, w jakiby to się odbywać mogło; widocznie przeto łodyga nie jest tym narządem, który pobiera dwutlenek węgla z powietrza i wytwarza właściwy pokarm pożywny. Dziać się to musi w liściu. Odbywać się to też wprawdzie może w tych łodygach, które zastępują miejsce liści (np. w kaktusach), albo w pewnym słabym stopniu w łodygach zielnych, zawierających ciała zieleni, wogóle jednak typowa łodyga jest narządem, przeprowadzającym tylko pokarmy wytworzone lub pobrane przez inne organy do wszystkich pozostałych części rośliny, lecz wytwarzanie ciał organicznych zadania jej nie stanowi.



rys. 71.

Przekonano się, że aby w roślinie wytwarzać się mogły ciała organiczne, konieczne są trzy warunki: 1) roślina musi być otoczona powietrzem, zawierającym w sobie dwutlenek węgla, gdyż tylko z tego gazu może ona czerpać najważniejszy pierwiastek: węgiel; 2) roślina musi posiadać narządy zielone, żyjące; 3) roślina musi otrzymywać światło od słońca. Gdy roślinę umyślnie pozbawimy dwutlenku węgla, liści zielonych lub promieni słonecznych, wówczas ustaje wytwarzanie pokarmów organicznych, a wskutek tego roślina dalej ani rosnąć, ani żyć nie może, chyba że miała poprzednio nagromadzone zapasy takich pokarmów. A ponieważ najbardziej zielonemi, najbardziej na zetknięcie z powietrzem i światłem wystawionymi narządami w roślinie są liście, przeto już z tego prawdopodobnem wydawać się powinno, że to liście są właśnie organami pobierającymi dwutlenek węgla i wytwarzającymi ciała organiczne z mineralnych, co też inne spostrzeżenia, jak zobaczymy, stwierdzają.

Tym sposobem roślina posiada dwa rodzaje narządów odżywiania, na dwóch przeciwległych swych końcach: korzenie i liście; każdy z tych dwóch oddalonych od siebie organów pobiera z otoczenia inny pokarm i wymienia go na ciała pobrane lub wytworzone przez drugi organ przy pośrednictwie lodygi. Aby więc zrozumieć, jak się roślina odżywia, musimy przedewszystkiem jeszcze obeznać się z liściem.

Zadanie 17. Przypatrzcie się postaciom lodyg różnych roślin napotykaných i określcie do jakiego ze znanych rodzajów lodyg one należą: 1) pod względem kierunku wzro-

stu (wyprostowane, leżące, wijące i t. p.); 2) pod względem kształtu (walcowate, czworograniaste, czy inne); 3) pod względem rozwinięcia (gałązki skrócone, lodygi ze skróconemi międzywęzłami, kolce i t. d.); 4) pod względem budowy wewnętrznej (czy mają budowę roślin jedno—czy dwuliściennych); 5) czy oprócz nadziemnych ma dana roślina i pędy podziemne.

Zadanie 18. Rozpatrz położenie, postać i budowę kłaczki, bulw i cebul: wskaż na nich międzywęzła, pączki, korzenie i określ czem się podziemne pędy różnią: 1) od nadziemnych, 2) od korzeni.

Zadanie 19. Przetnij grubą gałąź sosny, świerku lub jodły, albo dębu w poprzek i wzdłuż, poznaj gdzie się znajduje rdzeń, drewno, warstwa twórcza, łyko, kora, policz słoje drzewne i z tego określ wiek gałęzi, wskaż promienie rdzenne (w drzewach iglastych nie dobrze je widać).

Zadanie 20. Przypatrz się rozgałęzieniu rozmaitych roślin, ich pokroju, popękanej korze drzew.

Zadanie 21. Wstaw do wody końce rurek szklanych rozmaitej średnicy i zobacz jak wysoko podnosi się woda w każdej rurce, stosownie do jej szerokości, nad poziom wody w naczyniu, do którego rurki są wstawione; wyciągnij trochę powietrza z rurki stojącej w wodzie przez górny jej otwór ustami i zauważ, że przez to woda podnosi się jeszcze bardziej.

Zadanie 22. Wstaw na chwilę koniec świeżo odciętej gałązki do wody i wyjąwszy ją, zauważ, że wisząca u dołu kropla zostanie wnet w lodygę przez ranę wessaną; jeżeli masz roślinę, której nie szkoda zniszczyć, obeznaj się z „plączem roślin”.

Zadanie 23. Wstaw koniec świeżo odciętej żywej gałązki do wody zabarwionej nieco karminem lub ultramaryną, albo innym barwnikiem; wyjm gałązkę po kilku godzinach, przetnij ją wzdłuż i zauważ, jak daleko woda w ciągu danego czasu w lodydze się podniosła.

Zadanie 24. Zdejm z młodej ściętej gałązki pierścień, złożony z kory, łyka i warstwy twórczej, jak opisano w wykładzie (rys. 71), wsadź ją dolnym końcem do naczynia

z wodą tak, aby obnażona część drewna wystawała po nad wodę; zostaw gałązkę w wodzie do czasu, gdy nad obnażonym miejscem wyrosną korzenie i pogrążą się w wodę (najlepiej zrobić to na wiosnę); zrób to samo z gałązką inną, nie zdejmując takiego pierścienia. Przekonaj się, że z gałązki oleandru, pomimo zdjęcia dokoła obrączki z kory i łyka, korzenie wyrosną u dołu na końcu gałązki (gdyż wyjątkowo w tej roślinie rurki sitkowe przechodzą też przez rdzeń).

Zadanie 25. Ułóż tabliczkę, przedstawiającą rodzaje korzeni i łodyg pod względem ich postaci, budowy, własności, przeznaczenia i t. d.

Zadanie 26. Zrób sobie zbiorok różnych postaci korzeni i łodyg.

XIII. Liść, jego części i postać. Znaczenie blaszki.

Rodzaje liści i ich metamorfoza. Nerwacja.

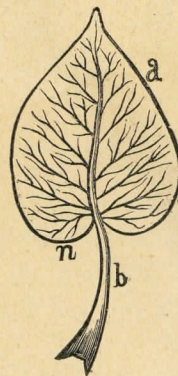
Mamy więc poznać teraz liść, czyli ową zwykle spłaszczoną, cienką i zieloną część rośliny, wyrastającą z łodygi lub gałęzi, wystawioną na działanie światła i powietrza, dzięki którym spełnia ona jedną z najważniejszych czynności, bo wyrabia ciała organiczne dla rośliny.

Obeznajmy się naprzód z postacią i budową tego narządu, a później zobaczymy, jak ważną rolę on na ziemi odgrywa. W jaki sposób liść z łodygi, czy wogóle osiowego organu wyrasta i z niego się tworzy, a także jak bywają liście na osi ułożone, o tem mówiliśmy już poprzednio. Gdy weźmiemy pojedynczy typowy liść, (np. liść klonu) zobaczyć będziemy mogli często w nim 3 części, 1) główną, górną, zwykle

szeroką i spłaszczoną, którą nazywamy blaszką (rys. 72, a); 2) cienką, w postaci gałązeczki, t. zw. ogonek, na której blaszka siedzi (rys. 72, b.) 3) dolne rozszerzenie ogonka z rowkiem, t. j. to miejsce, którem liść przylega do osi rośliny, t. j. do łodygi czy gałęzi, z których wyrasta; to rozszerzenie ogonka, mniej lub więcej obejmujące narząd osiowy nazywamy pochewką.

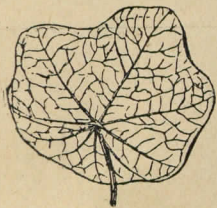
Wszystkie te 3 części stanowią razem jedną całość, zwaną liściem. Ogonek nie jest osobną częścią gałązki, lecz sam rozszerza się w blaszkę i gdy liść opada lub go zrywamy, to oddziela się on od osi razem z ogonkiem, który jest silniej złączony ze swą blaszką aniżeli z łodygą czy gałęzią, z której wyrasta. Ta strona blaszki, która się styka z ogonkiem lub która jest zwrócona ku łodydze, lub do niej przylega, nazywa się nasadą blaszki (n), koniec przeciwny jest wierzchołkiem blaszki (c).

Gdy liść poczyną się rozwijać z pąka i wyrasta jako boczny narząd wierzchołka wzrostu, to jak wiemy, zjawia się on z początku w postaci brodaweczki, wypuklinki z boku tej osi, stanowiąc jedną z komórek wierzchołka wzrostu, która rosnąc i dzieląc się jak każda komórka, przyjmuje stopniowo postać błonki, przystającej do wierzchołka wzrostu; rośnie dalej szybko, tworząc delikatną łusieczkę, drobną blaszkę liścia przylegającą do innych podobnych,



rys. 72.

zagiętą nad wierzchołkiem wzrostu, otulającą go i ochraniającą. W ten sposób poczyną się tworzyć naprzód blaszka liścia, która rośnie z początku cała, lecz potem rośnie już tylko od strony swej nasady, tak, że wierzchołek jej coraz się dalej odsuwa od osi i jest najstarszą częścią liścia; potem dopiero, w miarę jak blaszka wyrasta i rozwija się, poczyną się po za nią tworzyć ogonek i wreszcie po pewnym



rys. 73.

czasie, gdy liść wykształci się zupełnie, przestaje rosnać. A więc liść nie rośnie wierzchołkiem, jak organy osiowe, jak korzenie, łodygi, gałęzie, lecz przeciwnie, rośnie tylko nasadą i wzrost jego jest ograniczony, po pewnym czasie ustaje, podczas gdy osiowe wierzchołki wzrostu rosna nieograniczenie. Stanowi to również swoistą cechę liści.

Zdarzają się w niektórych roślinach liście, których ogonek nie styka się z brzegiem blaszki, lecz wyrasta z jej środka, tak, że blaszka jest prostopadłą do ogonka, jak to zobaczyć można np. w pielęgnowanej po ogródkach nastureyi; liść taki nazywają tarczowatym (rys. 73).



rys. 74.

Nie wszystkie też rośliny mają liście złożone z pochewki, ogonka i blaszki; często bardzo z łodygi wyrasta wprost blaszka bez ogonka (rys. 74); takie liście nazywamy siedzącymi. Liście wielu roślin złożone są tylko z blaszki i ogonka,

nie tworzącego wcale pochwy; na odwrót też bywają liście, mające pochwy tak wielkie, iż obejmują całą łodygę dokoła; przypatrzmy się np. jak rozwinięte pochwy mają liście pietruszki, marchwi, barszczu, dzięglu i t. p. roślin, stanowiących rodzinę t. zw. roślin baldaszkowych; liście traw nie mają ogonków, lecz mają pochwy i to tak obszerne, że obejmują źdźbło dokoła od węzła do węzła, tak, że łodyga siedzi w podłużnej rurce pochwy. Liście, mające pochwy, siedzą na łodygach mocniej, aniżeli liście bez pochew; liście znów, mające ogonki, łatwo się gną pod naciskiem wiatru, lecz się nie odrywają i nie łamią, gdyż ogonki są giętkie. Z tego już jednak, że wiele roślin nie ma wcale ogonków, ani pochew, widzimy, że główną częścią liścia jest tylko blaszka.

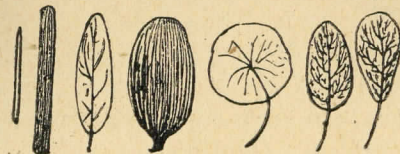
Że to istotnie blaszka wykonywa najważniejsze czynności liścia, widzimy z całej jej postaci i budowy, z tego, że jest zwykle szeroka, spłaszczona i cienka, t. j. że ma kształt zastosowany do otrzymania jak największej ilości powietrza i światła. Nagnijmy dwa przeciwległe brzegi ćwiartki papieru i zbliżmy je ku sobie tak, aby ćwiartec nadać kształt walca; gdy trzymamy ten walec przed oknem, wówczas tylko jedna jego połowa jest oświetlona, druga znajduje się w cieniu, lecz gdy ćwiartkę rozwiniemy, cała jej powierzchnia może być oświetlona, czyli że powierzchnia ta otrzyma teraz dwa razy więcej światła, aniżeli wówczas, gdy miała postać walca. Tak samo i liść więcej otrzymuje światła, gdy ma kształt spłaszczony, aniżeli gdyby ta sama masa przyjęła postać walca, jaką ma np. łodyga; gdyby

więc liść był zwinięty tak, że brzegi jego by się schodziły i tworzyły walec wewnątrz pusty otrzymywały on już 2 razy mniej światła, aniżeli będąc rozwiniętym. Gdyby zaś utworzył walec wewnątrz pełny, jaki tworzy np. łodyga, musiałaby jego powierzchnia zająć jeszcze znacznie mniej miejsca i otrzymywałyaby jeszcze o wiele mniej światła. Tak samo łatwo zrozumieć, że wskutek spłaszczonej formy liścia działa na jego powierzchnię znacznie większa ilość powietrza, aniżeli na narządy walcowate takiej samej masy. Zauważyć przy tem należy, że w cienką blaszkę światło, zarówno, jak i powietrze, łatwiej wnikają w głąb i przenikają ją, aniżeli w narządy grube.

Rozumiemy przeto teraz dlaczego liść jest płaski. Pierwotne rośliny narządów takich nie miały; te z nich jednak, które z jakich bądź powodów posiadały części zielone, bardziej nieco spłaszczone, otrzymywały więcej od innych światła i powietrza, miały przewagę nad innymi w walce o byt, szybciej się na ziemi rozprzestrzeniły, a o ile niektóre z nich miały narządy takie bardziej jeszcze odpowiedniej formy, bardziej szpłaszczone, lepiej przystosowane do pobierania powietrza i światła, tem lepiej żyły, tem lepiej się rozprzestrzeniały i skuteczniej zwalczały współzawodnictwo innych roślin w utrzymaniu się przy życiu. Tak prawdopodobnie powstały z czasem rośliny, mające liście zupełnie wykształcone, narządy zupełnie wyróżnione postacią i budową, zastosowane wyłącznie do odrębnej ich czynności. Tak samo kształt i budowa każdego narządu wynika, jak wiemy, z czynności, które ten narząd wykonywa,

a które są do tej czynności i do warunków zewnętrznych odpowiednio przystosowane.

Blaszki liści nie u wszystkich roślin są jednakowo szerokie; niżej w rozwoju stojące rośliny, np. między kwiatowymi, iglaste, mają blaszki wąskie, podobniejsze do ogonków, aniżeli do blaszek liści; u wyższych nieco roślin, np. między jedno-



75, 76, 77, 78, 79, 80, 81.

liściennymi u traw, widzimy już liście płaskie i nieco szersze, jednak długość blaszki wielokrotnie jeszcze przeważa nad szerokością; wyżej zaś stojące, jednoliściennne, np. lilije, tulipany, konwalije, storczyki, i t. p. mają blaszki jeszcze szersze i krótsze, tak samo i najprostsze rośliny dwuliściennne, np. wierzby. Przeważnie jednak u dwuliściennych spotykamy liście o znacznej szerokości.

W ogóle pod względem szerokości rozróżniają blaszki: iglaste (rys. 75), np. u jodły, sosny, świerku i t. d., równowąskie (rys. 76), u traw, podługne (rys. 77), i owalne (rys. 78), np. w wielu jednoliściennych i niektórych dwuliściennych, dalej okrągłe (rys. 79) i t. d.

Gdy chcemy dokładnie opisać kształt liścia, musimy jeszcze zwrócić uwagę na nasadę i wierzchołek blaszki, które mogą być zaokrąglone, bądź ostro zakończone, bądź też rozmaicie wcięte i stosownie do tego odróżniamy blaszki jajowate (rys. 80), odwrotnie jajowate (rys. 81), sercowate (rys. 82),

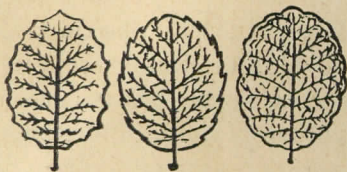
odwrotnie sercowate (rys. 83), nerkowate (rys. 84), oszczepowate (rys. 85), strzałkowate



rys. 82, 83, 84, 85, 86.

(rys. 86) i t. d. Boczne zaś brzegi blaszki mogą być albo nieprzerwane, całe, i wówczas liść nazywamy całobrzegim, albo też mniej lub więcej wcięty.

Jeżeli brzeg blaszki jest wcięty w ostre ząbki, nazywamy liść ząbkowanym (rys. 87); jeżeli te

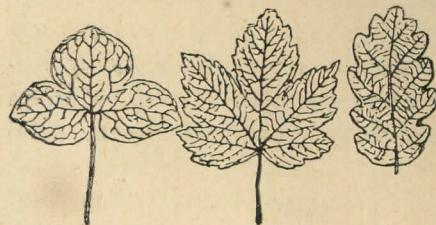


rys. 87. rys. 88. rys. 89.

ząbki są jednakowe i zwrócone w jedną stronę, jak w pile, mamy liść piłkowany (rys. 88); jeżeli zaś są zaokrąglone,

mamy liść karbo-

wany (rys. 89). Jeżeli wcięcia wchodzą w blaszkę głębiej, do czwartej lub trzeciej części blaszki, tak,

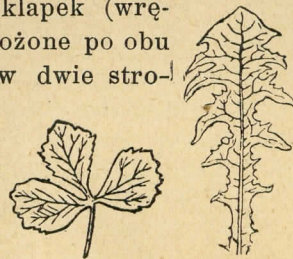


rys. 90. rys. 91. rys. 92.

że dzielą ją na kilka (zwykle 3, 5, 7 i t. d.) części, czyli jak to powiadamy, na klapki albo wręby, to liść nazyw. klap-

kowanym, albo wrębnym (rys. 90, 91 i 92), jeżeli zaś zachodzą tak głęboko, że się klapki prawie od siebie

oddzielają, mamy liść dzielny, czyli sieczny (rys. 93 i 94); oddzielne klapki w liściu wrębnym lub siecznym mogą być znów ząbkowane, piłkowane i t. d. Opisuując taki liść klapkowany lub dzielny, zważamy jeszcze na ilość działek czy kłapek (wrębów) i na to, czy są one rozłożone po obu bokach liścia, to jest tylko w dwie stro-

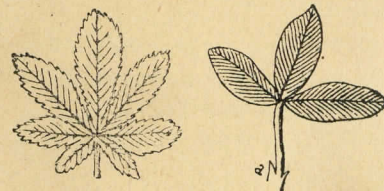


rys. 93. rys. 94.

ny, a więc pierzasto, jak na rys. 92 i 94, czy też rozchodzą się promienisto jak palce rozstawione, w dłoni t. j. dłoniasto np. jak na rys. 90 i 91. Określamy to wszystko, jak najkrócej dwoma lub trzema wyrazami, np. powiadamy, że liść jest dłoniasto-trójrębny (rys. 90) lub pierzasto-pięciowrębny, dłoniasto — lub pierzasto-pięciodzielny, ząbkowany lub piłkowany i t. d.

We wszystkich wyliczonych powyżej wypadkach mamy w liściu tylko jedną blaszkę, choć nieraz głąboko wcięta; dlatego

wszystkie te liście nazywamy pojedyn czemi. Często bywa jednak i tak, że na jednym ogonku osadzonych jest kilka oddzielnych blaszek,



rys. 95. rys. 96.

jak to widzimy np. u naszych dzikich kasztanów, czyli kasztanowców, rosnących we wszystkich ogrodach, albo u koniczyny, gdzie na końcu ogonka siedzą trzy blaszki; u naszej t. zw. niesłusznie akacyi

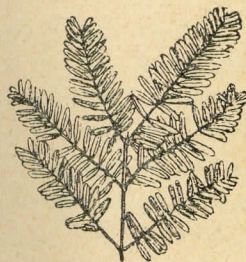
białej czyli w grochodrzewie (*Robinia*), w której po obu stronach długiego ogonka siedzi wiele blaszek, i w wielu innych roślinach; takie liście złożone z kilku blaszek, jakby z kilku liści nazywamy liśćmi, złożonymi. Jeżeli liść złożony jest tak jak w kasztanowcu lub koniczynie, t. j., że blaszki siedzą tylko na końcu ogonka, rozchodzą się w różne strony, jak rozstawione palce z dłoni, to taki liść nazywamy dłoniasto złożonym (rys. 95 i 96), jeżeli zaś tak, jak w akacyi, blaszki wyrastają wzdłuż ogonka



rys. 97.



rys. 98.



rys. 99.

i rozchodzą się tylko w dwie strony, mamy liść pierzasto złożony (rys. 97 i 98). W liściu pierzastym może być liczba blaszek parzysta, jeżeli na końcu ogonka niema blaszki (rys. 98), lub nieparzysta, jeżeli wierzchołek ogonka zakończony jest blaszką (rys. 97); stąd odróżniają jeszcze liście parzysto i nieparzysto pierzaste. Jeżeli w pierzastym liściu, na miejsce każdej blaszki, jest znów cały liść pierzasto złożony, jak to często bywa, mamy liść podwójnie złożony (rys. 99), tak samo może być list potrójnie złożony i t. d.

To są wszystkie postacie liści. Na rys. 78, mamy liść pojedynczy, owalny, całobrzegi; na rys. 87, mamy liść owalny ząbkowany; na rys. 90, mamy liść dłoniasto trój-wrębny całobrzegi; rys. 91, przedstawia list dłoniasto pięciowrębny piłkowany; na rys. 93 widzimy liść dłoniasto złożony trójsieczny piłkowany; na rys. 94 liść pierzasto sieczny piłkowany, na rys. 96 liść dłoniasto złożony trójlistkowy o listkach całobrzegich; rys. 95 liść dłoniasto złożony siedmiolistkowy o listkach piłkowanych; rys. 98 przedstawia liść parzysto pierzasty o listkach owalnych całobrzegich; rys. 97 zaś liść nieparzysto pierzasty o listkach owalnych całobrzegich; rys. 99 liść podwójnie pierzasto złożony parzysty o listkach podłużnych całobrzegich i t. d. W ten sposób określamy krótko postać każdego liścia.

Różne te postacie dałyby się zestawić w następujący sposób:

Liście pojedyncze	nie wcięte . . .	{	podłużne, owalne, okrągłe i t. d., a przytem: całobrzegie, ząbkowane, piłkowane, karbowane.
		{	dłoniasto dwuwrębne, trójwrębne i t. d., całobrzegie lub piłkowane.
	klapkowane czyli wrębne . . .	{	pierzasto pięciowrębne całobrzegie, ząbkowane i t. d., siedmiowrębne całobrzegie, ząbkowane i t. d.
Liście podzielne	dzielnne czyli sieczne . . .	{	dłoniasto, trójsieczne, całobrzegie, (ząbkowane, piłkowane i t. d.), dłoniasto pięciosieczne całobrzegie (ząbkowane, piłkowane i t. d.) i t. p.
		{	pierzasto, pięciosieczne, całobrzegie, (ząbkowane, piłkowane i t. d.), pierzasto siedmiosieczne całobrzegie (ząbkowane, piłkowane i t. d.) i t. d.

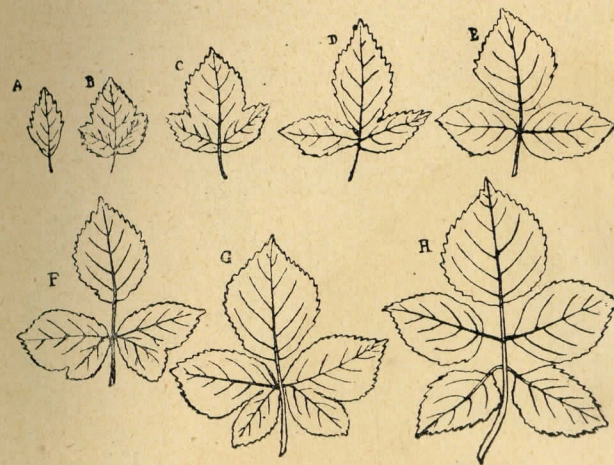
Liście złożone	{	dłoniasto złożone, dwulistkowe, trójlistkowe, pięciolistkowe i t. d. o listkach całobrzegich, ząbkowanych karbowanych i t. d.
		pierzasto złożone { pojedyncze { parzysto nieparzysto podwójnie, potrójnie i t. d. złożone.

W roślinach kwiatowych niższych, np. iglastych i jednoliściennych, znajdujemy liście tylko całobrzegie, u roślin wyżej stojących widzimy przeważnie liście mniej lub więcej wcięte, klapkowane, dzielne, wreszcie złożone, które wytworzyły się z dzielnych; tym sposobem postać liścia staje się coraz bardziej złożoną. Tak samo w każdej pojedynczej roślinie, liść poczynający wyrastać w pączku stanowi zawsze blaszkę pojedynczą całobrzegą, która dopiero stopniowo się rozwija i wykazuje coraz bardziej złożoną postać i budowę; z początku niema wcięć żadnych, zjawiają się one dopiero później i w miarę jak blaszka rośnie, zachodzą coraz głębiej, tworząc blaszkę ząbkowaną, klapkowaną, dzielną, nawet liść złożony jest z początku tylko pojedynczą blaszką całobrzegą.

Najrozmaitsze postacie, najbardziej złożone, najbardziej różniące się pomiędzy sobą, są zawsze z początku do siebie podobne, bo zawsze powstają w postaci pojedynczej całobrzegiej drobnej blaszki. Im bardziej liść rosnący się rozwija, tem bardziej wykształca się jego postać, stopniowo przyjmuje właściwe mu zarysy; jeżeli ma być liściem złożonym, wykształca stopniowo coraz większą ilość blaszek. Tak więc na jednej roślinie znaleźć można liście

rozmaicie rozwinięte, od najprostszyc postaci do coraz bardziej złożonych (np. u jeżyny), odpowiadających tym kolejnym przemianom jakim podlega jeden liść od chwili, gdy poczyną rozwijać się w pączku do czasu zupełnego wykształcenia się (rys. 100, A—H).

Liść jest najbardziej zmiennym narządem rośliny, mogącym przyjmować postać zupełnie niepodobną do liścia i tworzącym w ten sposób osobne organy, mające inne już przeznaczenie. Tak np. u wie-

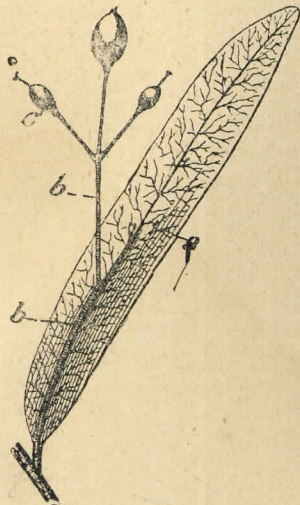


rys. 100.

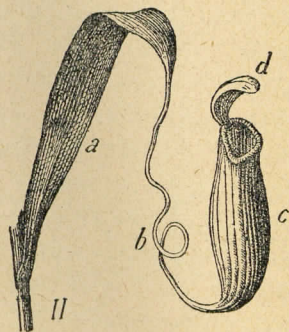
lu roślin zielnych zobaczyć można, że dolne liście są inne aniżeli górne, że dolne są często większe, szersze, głębiej i liczniej wcięte, niż górne, a im wyżej na łodydze takiej rośliny liść siedzi, tem jest on węższy, mniej wcięty; najwyższe są nieraz zupełnie wąskie i całobrzegie, aż wreszcie na wierzchołkach przechodzą w kwiat, w działki kielicha, w płatki ko-

rony i t. d., które są listkami już zupełnie różniącymi się od innych liści, nieposiadającymi ani barwy zielonej, ani nie wykonywującymi już czynności właściwych liściom. Na wielu roślinach, pod liściem siedzi inny liść odmiennego kształtu lub wielkości, lecz wyrastający z tego samego węzła, tak, że główny liść siedzi w jego kącie; takie listki nazywamy

przylistkami (rys. 97, a). Na niektórych roślinach siedzą znów takie odmienne liście pod kwiatem i nazywają się przykwiat-



rys. 101.

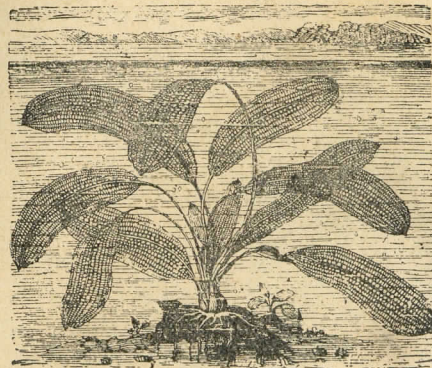


rys. 102.

kami, jak to każdemu zdarzyło się widzieć np. w lipach, które przy kwiatkach mają nie ciemnozielone sercowate liście, jak na całym drzewie, lecz wąskie, jasnej barwy, podługne przykwiatki (rys. 101 a).

Niekiedy zmieniają liście postać swą całkowicie. Pod tym względem ciekawy jest pochodzący z cieplejszych krajów krzak, zwany dzbanecznikiem (*Nepenthes destillatoria*), którego liście wydłużają

się w ogonki, tworzące w dalszym ciągu drugą blaszkę zwiniętą i zrosłą brzegami tak, że ma zupełnie postać dzbaneczka dość dużego, z którego wyrasta znów trzecia blaszka, tworząca pokrywę dzbaneczka (rys. 102). U pewnej znów rośliny, czasami nawet u nas w akwariach pielęgnowanej (*Ouvirandra fenestralis*), liście są podziurawione tak, jakby tylko z samych nerwów się składały (rys. 103) i mają tym sposobem postać kunsztownej siatki. U wielu roślin blaszka niektórych liści nie wytwarza się wcale, tylko ogonek wydłuża się, skręca i tworzy wąs (rys. 104), którym roślina



rys. 103.

czepia się jakiej stałej podpory, okręca się dookoła niej i w ten sposób wspiera, pnąc się wyżej. Wąsy zawsze wyrastają w tych miejscach, w których powinien wyrosnąć liść, są więc zmienionymi liśćmi, tak jak kolce są zmienionymi gałązkami. W takich wreszcie roślinach, którym liście stały się niepotrzebne, gdyż rośliny te poczęły się odżywiać bez ich pomocy, liście stopniowo z czasem stają się coraz mniejsze, nie rozwijają się, tracą zieloną barwę i zamieniają się w suche łuski, lub nawet (jak np. u kaktusów) w suche włoski (rys. 62),

wreszcie z czasem powoli zupełnie zanikną. Takie szczątki zanikających narządów, jak np. łuski pozostające z zanikających liści, nazywamy wogóle organami szczątkowymi.

Kilkakrotnie już wzmiankowaliśmy, że na blaszce liścia zobaczyć można jeszcze przebiegające w niej żyłki, czyli t. zw. nerwy; są one zwłaszcza dobrze widzialne na dolnej powierzchni liścia. Rzadko kiedy widzimy w liście, np. w listkach meków, jeden nerw; zwykle jest ich wiele, a sposób, w jaki są w blaszce względem siebie ułożone, nazywa się unerwieniem, albo nerwacją.

Nerwacja bywa trojaka:



rys. 104.

1) równoległa (rys. 76 i 78), kiedy wszystkie nerwy przebiegają niezależnie od siebie, nie łącząc się z sobą, począwszy od nasady aż do wierzchołka blaszki, przechodzą w jednakowej od siebie odległości, i z wyjątkiem środkowego, wszystkie nerwy są łukowato ku brzegom wygięte, lub zupełnie proste. Takie unerwienie widzimy w liściach traw, lilji, konwalji, roślin

cebulkowatych i w ogóle w liściach wszystkich prawie roślin jednoliściennych. W skutek rozgałęziania się tych nerwów równoległych, tworzą się w blaszce t. zw. oczka, tak samo jak w liściach z innym unerwieniem, ale przy tem unerwieniu są wszystkie oczka prostokątne.

2) pierzasta (rys. 72, 87, 92), gdy środkiem blaszki przechodzi jeden nerw główny, wszystkie zaś

inne są jego odgałęzieniami i rozchodzą się z głównego w dwie przeciwne strony ku brzegom blaszki; każdy z tych bocznych nerwów znów rozgałęzia się na coraz drobniejsze; takie unerwienie widzimy we wszystkich prawie liściach ząbkowanych, piłkowanych, pierzastowrębnych, lub pierzastosiecznych.

3) dłoniasta (rys. 73, 91), gdy z nasady blaszki rozchodzi się dłoniasto kilka głównych nerwów, a dopiero każdy z nich oddzielnie rozgałęzia się pierzasto, jak to np. widzimy w liściach wciętych dłoniasto lub okrągłych.

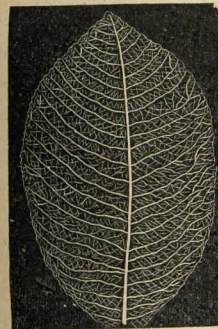
Weźmy liść, najlepiej pierzasto unerwiony, i przypatrzmy się głównemu, środkowemu nerwowi, wystającemu z dolnej powierzchni blaszki; przekonamy się, że nerw ten jest tylko prostem przedłużeniem ogonka. Ogonek liścia nie zatrzymuje się przy nasadzie blaszki, lecz przebiega ją wzdłuż i rozgałęzia się w niej tak, jak rozgałęzia się każda łodyga lub gałązka, z tą tylko różnicą, że tu wszystkie gałązeczki, t. j. boczne nerwy nie rozchodzą się we wszystkie strony, jak z łodygi, lecz leżą w jednej płaszczyźnie, t. j. rozchodzą się tylko w dwie przeciwne strony. I pod tym względem można uważać liść tylko za przekształcony narząd osiowy.

Do czego jednak służą liściom te nerwy? Tak samo jak każda łodyga i gałązka, tak również ogonek i wszystkie nerwy składają się przedewszystkiem z wiązek rurkowych: 1) naczynnych, napełnionych wodą i solami mineralnymi i 2) sitkowych, które płyną pokarmy organiczne. Z tego wynika już, że

najważniejszym zadaniem nerwów jest roznoszenie soków odżywczych po liściu.

Ale nerwy służą liściom jeszcze do dwóch innych celów. Przedewszystkiem, ponieważ są złożone z wiązek, otoczonych jak wszystkie wiązki, sztywną, choć giętką pochwą, przeto nerwy, rozchodzące się po całej blaszce, wyprężają ją i w ten sposób utrzymują rozpostartą płasko, nie pozwalając jej zwieszać się, coby niewątpliwie nastąpiło z nią, jak z każdym miękkim materiałem nie podtrzymywanym. Nerwy wyprężają i rozciągają blaszkę, jak pręty otwartego parasola wyprężają materiał, który je pokrywa, i dzięki temu cała powierzchnia blaszki jest wystawiona na działanie promieni słonecznych.

Wreszcie mają nerwy dla liścia jeszcze jedno znaczenie, stawiają one bowiem opór wiatrom, któreby wiotką blaszkę bez nerwów łatwo rozstrzępić mogły. W liściach z unerwieniem równoległym, oba brzegi obrębione są nerwem, którego nawet najsilniejszy wichur w poprzek nie rozerwie. Weźmy teraz liść często po mieszkaniach pielęgowanego fikusa, który ma unerwienie pierzaste; przypatrzmy się, że wszystkie boczne nerwy, dochodząc do brzegów blaszki, łączą się sklepiasto z sobą (rys. 105 liść wierzby), tak, że i w takim liściu są brzegi obrębione nerwami i nie mogą być rozerwane, jak to bywa np. z owymi wielkimi liśćmi bananu (*Musa*) często u nas hodowanego latem po ogrodach, a zimą w cieplarniach, którego pierzasto rozchodzące się nerwy nie łączą się z sobą przy brzegu blaszki, jak to jest w liściach fikusa, trzmieliny, wierzby, petunii i wielu innych roślin; brzeg liścia



rys. 105.



rys. 106.

bananu jest więc bezbronny i dlatego zawsze prawie w poprzek głęboko rozstrzępiony (rys. 106). Dlatego też liście z nerwacją pierzastą nie mogą być dłoniasto wcięte, i na odwrót; wcięcia blaszek uformowały

się widocznie zależnie od układu nerwów w każdym liściu.

Zadanie 27. Przypatrz się liściom różnych roślin jakie napotkasz i postaraj się określić krótko kilkoma wyrazami ich postać i unerwienie.

Zadanie 28. Wyciągnij z liścia babki wiązki naczyniowe przebiegające w nerwach (rys. 19).

Zadanie 29. Wysuszywszy w bibule lub w książce cienki liść, wytrzep szczoteczką miększą tak, aby pozostał z liścia tylko sam szkielet złożony z nerwów.

Zadanie 30. Zajmij się zebraniem kolekcji (zbiorku) głównych postaci liści, które zasusz w zwyczajnej szarej bibule i ponaklejaj w porządku w zeszyście.

Zadanie 31. Przykładając liść do farby przyrządzonej z sadzy i małej ilości tłuszczu (np. oliwy), albo do sukna napojonego farbą używaną do pieczęci, a następnie do papieru, otrzymać można piękne odciski postaci i unerwienia liści; zrób sobie odciski typowych kształtów i najważniejszych rodzajów nerwacji liści.

Zadanie 32. Zwijając i rozwijając ćwiartkę papieru, objaśnij, o ile mniej światła, a następnie o ile mniej powietrza otrzymuje powierzchnia ciała walcowatego od powierzchni tego samego ciała rozwiniętego w płaszczyźnie.

Zadanie 33. Wskaż w napotkanych roślinach zmienione postacie liści (przylistki, przykwiatki, liście uzbrojone kolcami, liście zmienione jak u kaktusów we włoski, wąsy, szczytkowe łuski i t. d.).

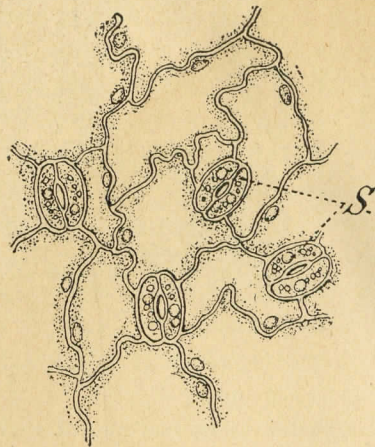
XIV. Budowa wewnętrzna liścia i jego czynności; wytwarzanie skrobi; przyswajanie. Fermenty skuteczujące i peptonizujące; trawienie. Materiały zapasowe.

Pomimo, że liść jest tak cienki, składa się on jednak na grubość z kilku tkanek, t. j. z kilku warstw komórek (tylko listki mechów złożone są zwykle z jednej tkanki). Przedewszystkiem jak każdy narząd, tak i blaszka liścia otoczona jest w około, t. j. tak na górnej, jak i na dolnej powierzchni, naskórkiem, złożonym z bezbarwnych komórek, który nawet z wielu liści zedrzeć łatwo można.

Rozpatrując naskórek liścia pod mikroskopem, widzimy (rys. 107) mnóstwo wąskich podłużnych otworków, znajdujących się zazwyczaj w tych miejscach, w których się kilka komórek naskórka z sobą

schodzi. Te otworki nazywamy szparkami oddechowemi. Każda szparka otoczona jest z obu stron podłużnymi komórkami, zgiętymi w postaci sierpa, gdy są naprężone wodą. Gdy woda z nich wyparuje, spłaszczają się i przez to zbliżają się ku sobie, zamykając szparkę i niepozwalając wodzie z liścia parować, aż zbierze się tyle wody w liście, że wypełni ona i te komórki, rozciągnie je i przez to od siebie oddali.

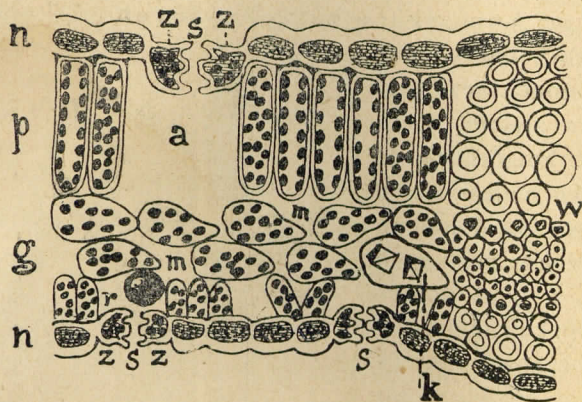
W tych komóreczkach otaczających szparkę, czyli w t. zw. komórkach zamykających (rys. 107 s) zwykle zobaczyć można zielone ziarna, czyli ciała zieleni, w innych komórkach naskórka ciałek zieleni niema. Na dolnej powierzchni każdego liścia, t. j. na dolnym naskórku znajduje się tych szparek znacznie więcej, aniżeli na górnym. Na tak małym przestrzeni naskórka, że ją główka od szpilki przykryje, dojrzeć można pod drobno-



rys. 107.

widzem kilkadziesiąt, a niekiedy nawet kilkaset szparek. Gdy te szparki otwierają się, wchodzi do wnętrza liścia powietrze, a wychodzą z liścia gazy i para wodna. Szparki są bowiem tylko przestrzeniami międzykomórkowymi, łączącymi się z wszystkimi in-

nemi przestrzeniami międzykomórkowemi rośliny, tak, że wszystkie gazy wydzielane we wnętrzu rośliny mogą się przez szparki wydostać, świeże zaś powietrze do wszystkich części rośliny przez te otwory przeniknąć. Aby ta wymiana gazów nie trwała ciągle, lecz była odpowiednio regulowana, szparki otoczone są komórkami zamykającymi, które otwierają się tylko w razie potrzeby (rys. 108, *n*—naskórek, *z*—komórki zamykające, *s*—szparki).



rys. 108.

Prócz szparek na naskórku, jak wiemy, znajdują się często jeszcze włoski, warstwa wosku i t. d.

Cały środek liścia zawarty pomiędzy górnym i dolnym naskórkiem czyli miękisz liścia, albo śródliście składa się z kilku tkanek, złożonych z miękkich, soczystych komórek, zawierających oprócz zarodku z jądrem i soku komórkowego, zawsze jeszcze ciała zieleni, (oznaczone na rysunku 108

czarnymi kropkami), dalej zwykle ciała skrobi czyli mączki (krochmalu) i t. d. Pierwsza tkanka miększa pod górnym naskórkiem składa się z podłużnych komórek ściśle do siebie przylegających (rys. 108 *p*) i zawierających mnóstwo ciałek zieleni, które gdy są silnie słońcem oświetlone, usuwają się ku ściankom komórek i kryją się jedne w cieniu drugich, inaczej spiekłyby się na słońcu; środkiem tych komórek pozostaje wówczas wolne miejsce, przez które promienie słońca przechodzą do tkanek głębiej leżących. Ta pierwsza tkanka miększa nazywa się tkanką palisadową. Pod nią leży kilka innych luźniej ułożonych tkanek gąbczastych (rys. 108 *g*), których komórki przylegają do siebie i do komórek palisadowych tak, że mogą przejąć soki wytworzone w komórkach palisadowych i przeprowadzić je do wiązek, przebiegających w nerwach liścia (rys. 108 *w*); komórki tych tkanek gąbczastych zawierają ciała zieleni mniej i służą głównie tylko jako komórki przeprowadzające soki do wiązek. Ciała zieleni w nich nie usuwają się ku ściankom, gdyż zawsze otrzymują już mało światła. W niektórych komórkach miększu gromadzą się tylko kryształy soli mineralnych (rys. 108 *k*), w innych znów miejscach pustych tylko żywice lub inne wydzieliny (rys. 108 *r*).

Ponieważ pod górnym naskórkiem znajdują się komórki palisadowe, zawierające więcej ciałek zieleni, aniżeli tkanki głębiej leżące, przeto górna powierzchnia liścia jest zawsze ciemniejszą od dolnej. Ciała zieleni, usuwające się na świetle ku bocznym ściankom komórki, układają się w cieniu, gdy słońce przestanie je oświetlać, pod powierzchnią liścia, pod górnymi ściankami komórek, tak,

że ta powierzchnia staje się przez to jeszcze ciemniejszą. Wogóle, jak widzieliśmy, blaszka liścia, a także ogonek ma górną i dolną stronę odmienną tak z zewnętrznego kształtu, jak i z wewnętrznego swego ustroju, ma więc stronę grzbietną i brzusznią, czyli jest grzbiecistą, jak niektóre inne organy, o czym poprzednio mówiliśmy.

Ciałka zieleni są najważniejsze ze wszystkich części liścia, bo to one właśnie wytwarzają pokarm organiczny. Gdy się przypatrujemy tym ciałkom zieleni w liściu pod drobnowidzem, widzimy, jak w nich powstają małe bezbarwne ziarenka, które stopniowo się powiększają, rosną, wreszcie opuszczają ciałko zieleni, które się przez to wcale nie zmniejsza ani niszczy. Ponieważ w każdej komórce śródliścia jest mnóstwo ciałek zieleni, a każde wytwarza ciągle wiele takich ziarn bezbarwnych, przeto nie dziwnego, że w komórkach liścia widzimy takich ziarn dużo. Każde z tych bezbarwnych ziarn jest uwarstwione i potem już poznać można, że te ziarna są skrobią, czyli mączką (krochmalem). Jeszcze lepiej przekonać się można o tem, gdy puścimy na skrawek liścia, rozpatrywany pod drobnowidzem, kroplę jodyny, gdyż wówczas wszystkie te bezbarwne ziarna zabarwiają się na niebiesko, a tylko skrobia ma tę własność, że się barwi jodyną na niebiesko.

Jeżeli potrzymamy roślinę przez czas pewien w miejscu ciemnym, do którego nie dochodzą promienie światła słonecznego, lub w naczyniu zamkniętym, z którego usunięto dwutlenek węgla (p. str. 157), albo też gdy zakleimy z wierzchu liście czarnym papierem, to potem w liściach tej rośliny nie dostrzeżemy wcale ziarn skrobi w ciałkach zieleni.

Z tego widzimy, że ciałka zieleni wytwarzają skrobię z dwutlenku węgla przy pomocy promieni słonecznych.

Mówiliśmy dawniej, że skrobia jest to wodan węgla, t. j. składa się z wody i węgla, złączonych z sobą chemicznie; dwutlenek węgla zaś jest to węgiel złączony z tlenem; widocznie więc ciałka zieleni zatrzymują z dwutlenku węgla tylko węgiel i łączą go z wodą, która do liścia dochodzi z ziemi przez korzeń i łądę; tym sposobem powstaje skrobia.

Zdaje się, że gdy się w roślinie łączy węgiel z wodą, to z tego naprzód powstaje inne ciało (podobne składem do tego, które ulatuje jako dymek przez chwilę po zgaszeniu lampki spirytusowej z knotem), które nawet jest trujące w większej ilości dla roślin (nosi ono trudną nazwę aldehydu kwasu mrówkowego), lecz wnet się zmienia, zgęszcza i tworzy cukier gronowy, a cukier ten jeszcze bardziej się zgęszcza w ciałkach zieleni i tworzy już stałe ziarna skrobi. Atoli tego wszystkiego widzieć nie możemy, gdyż zarówno pierwsze powstające w liściu ciało, jako bezbarwne i szybko się zmieniające, jak i cukier gronowy, który rozpuszcza się w soku komórkowym, nie dają się od tego soku odróżnić; dotychczas jeszcze nie wykryto sposobu, w jakiby się można było o tem przekonać. Skrobię widzimy dobrze w ciałkach zieleni, bo to jest ciało stałe, niełatwo się zmienia i możemy je zawsze rozpoznać tak po uwarstwieniu, jak i za pomocą jodyny.

Oddawna już wiadomo, że rośliny, aby żyć, muszą pobierać liśćmi z powietrza dwutlenek węgla, który w sobie rozszczepiają na węgiel i tlen, węgiel

zatrzymują, a tlen znów wydzielają (wiadomo już o tem od stu lat); lecz dawniej uważano tę czynność za oddychanie u roślin i mówiono, że rośliny inaszej oddychają, aniżeli zwierzęta. Widzimy jednak, że nie stanowi to oddychania, bo rośliny potrzebują tego dwutlenku węgla dla tego, żeby z węgla w nim zawartego i wody, którą w sobie mają, utworzyć skrobię, ciało organiczne, służące roślinom za pokarm, zupełnie tak samo, jak skrobia zawarta w chlebie lub kartoflach służy za pokarm ludziom.

Nie jest to więc oddychanie, lecz odżywianie.

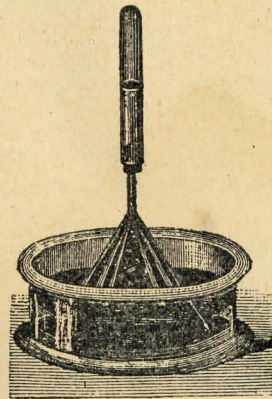
Z tego też widzimy, że rośliny posiadają dwa organy odżywiania, jak już mówiliśmy: korzeń i liść. Wszystkie ciała potrzebne im do odżywiania pobierają rośliny korzeniem, jeden tylko pokarm, bez którego jednak obejść się nie mogą, pobiera z powietrza liść; tym właśnie pokarmem jest dwutlenek węgla, a właściwie zawarty w nim węgiel.

Są w roślinie inne jeszcze ciała, mogące wytwarzać skrobię; bywają one barwy żółtej lub są bezbarwne i leżą głęboko w łodydze, w kłęczach, korzeniach, w takich komórkach, do których już promienie słońca nie przenikają; lecz ciała te wytwarzać mogą skrobię tylko z innych wodorów węgla, z cukru gronowego, nigdy wprost z wody i dwutlenku węgla, bo z tych ciał wytwarzać mogą skrobię jedynie tylko ciała zieleni na świetle słonecznym. Wszystkie te ciała, zarówno jak ciała zieleni, nazywamy razem ciałkami skrobiotwórczymi (albo z grecka chromatoforami t. j. ciałami barwnikowymi).

Działalność ciałek zieleni i ich znaczenie zbadaemy bliżej.

Latem w dzień słoneczny łatwo wykonać można następujące doświadczenie: Weźmy szeroką rurkę szklaną, na jednym końcu szczelnie zatkaną korkiem, a na drugim końcu korkiem przedziurawionym; w ten otwór korka znów szczelnie wsadźmy koniec lejka, wypełnionego świeżymi liśćmi zielonemi, lub lepiej wodnymi roślinami. Do rurki nalejmy teraz przez ten lejek wody sodowej, aż wypełni rurkę i lejek po brzegi i przeleje się,

poczem przykrywszy lejek papierem, który zlekka przyciśniemy palcem, łatwo będzie cały ten przyrząd wstawić rurką ku górze do naczynia z wodą, jak wskazuje rys. 109; usunąwszy następnie papier, umieszczamy naczynie z przyrządem w miejscu dobrze oświetlonym przez słońce.



rys. 109.

Przypatrując się wodzie w rurce, zobaczymy wkrótce w niej liczne pęcherzyki srebrzyste gazu, które unoszą się w górę i zbierają w górnym końcu rurki, a badając skąd one się biorą, dostrzeżemy łatwo, że wychodzą one z liści, zwłaszcza z dolnej ich powierzchni. W miarę jak w rurce gromadzi się ten gaz, usuwa on z rurki wodę, tak że po pewnym czasie zbierze się tego gazu znaczna ilość. Jeżeli teraz rozpalimy drewnienko, następnie zagasimy je i póki się jeszcze tli, wsuniemy je w górny ko-

niec rurki, który ostrożnie odkorkujemy, zobaczymy, że drewno samo zapłonie płomieniem, zetknawszy się z gazem w rurce; poznajemy z tego, że tym gazem jest tlen. W wodzie sodowej znajduje się, jak wiadomo gaz, który jest właśnie dwutlenkiem węgla; gaz ten w lejku pochłonięły zielone rośliny z wody, przy pomocy słońca rozszepiły go na węgiel i tlen, węgiel w sobie zatrzymały, a tlen wydzielily. Bierzemy w tem doświadczeniu wodę sodową, żeby łatwiej i prędzej dostrzedz wydzielający się tlen. Jednak w każdej wodzie rzecznej, czy stojącej, znajduje się drobna ilość dwutlenku węgla, który z powietrza rozpuszcza się w wodzie; rośliny wodne pochłaniają ten dwutlenek węgla, wydzielając z niego tlen. Rośliny lądowe biorą dwutlenek węgla wprost z powietrza i tak samo zwracają z niego tlen, oczyszczając, jak wiemy, tym sposobem powietrze od gazu szkodliwego dla ludzi i zwierząt.

Dzięki roślinom mamy więc w powietrzu znów tlen, potrzebny nam do oddychania: wciągamy w siebie ten tlen, a wydzielamy znów dwutlenek węgla, który rośliny pochłaniają, zwracając tlen. W naczyniu zamkniętem roślina żyć by nie mogła, gdyż wkrótce wyczerpałaby z powietrza, zawartego w naczyniu, cały kwas węglowy i nie miałaby pokarmu; w zamkniętem naczyniu nie może żyć również i zwierzę, gdyż nie starczyłoby mu tlenu do oddychania. Lecz jeżeli w zamkniętem naczyniu pomieścimy razem roślinę i zwierzę, np. mysz lub ptaka, to roślina i zwierzę razem długo przy sobie żyć mogą, gdyż zwierzę, oddychając, dostarcza roślinie dwutlenku wę-

gla, a roślina znów wydziela tlen potrzebny zwierzęciu.

Łatwo w opisanym powyżej przyrządzie zauważyć, że liście wydzielają więcej tlenu dolną powierzchnią, aniżeli górną, co będzie zrozumiałem, gdy sobie przypomnimy, że na dolnym naskórku liścia znajduje się więcej szparek, aniżeli na górnym. Przez te szparki wnika powietrze do wielkiej przestrzeni międzykomórkowej, znajdującej się pod szparką (rys. 110 a), czyli do t. zw. komory powietrznej, która łączy się z innymi pustymi miejscami pomiędzy komórkami liścia (*m*), tak, że gaz ten rochoodzi się po całym liściu, dochodzi do wszystkich komórek, przenika w nie i w ciąłkach zieleni rozszepia się na węgiel i tlen, który znów tą samą drogą uchodzi z liścia.

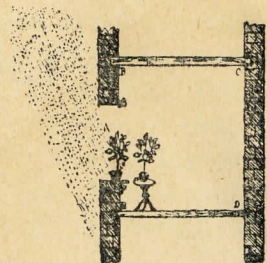
Wskutek czego jednak ten dwutlenek węgla w ciąłkach zieleni rozszepia się? Dzieje się to pod działaniem promieni słońca. Gdybyśmy nasz przyrząd zaslonili ciąłem nieprzezroczystem, wydzielanie pęcherzyków tlenu ustałoby prawie natychmiast; gdy zaslonę usuniemy, pęcherzyki gazu zaczną się znów wydzielać i to tem silniej, im silniejsze jest światło. Bez światła nie może roślina z kwasu węglowego skorzystać, nie może otrzymać z niego węgla. Gdy promienie światła słonecznego wnikaą w liść, wykonywują one tam pracę, odrywają tlen od węgla w kwasie węglowym. Promienie światła słonecznego stanowią więc siłę, która wykonywa pracę; te promienie jednak, wnikaające w liść, nie giną w nim, ta siła pozostaje tam jakby ukrytą i znów przy sposobności wystąpić może. Gdy np. liść spalamy, t. j.

gdy węgiel liścia łączy się znów z tlenem powietrza, wówczas zjawia się płomień, czyli ciepło i światło, t. j. właśnie ta ukryta w liściu siła słońca, która oderwała w nim węgiel od tlenu, a teraz ponownie występuje, gdy węgiel z tlenem napowrót się łączą. Ta siła może znów wykonać jakąś pracę, np. ogrzać wodę i zamienić ją w parę, t. j. oderwać cząsteczki wody, bo żadna siła nigdy nie ginie.

Słońce jest więc tą siłą, która obdarza roślinę życiem, a tem samem obdarza życie cały świat ożywiony. Słońce jest niezbędnym warunkiem życia każdej rośliny zielonej; chyba tylko grzyby i inne pasorzyty obejść się mogą bez światła. Dlatego to tak źle rosną rośliny, gdy otrzymują mało światła, jak np. rośliny pielęgnowane po mieszkaniach. Nawet w jasnym mieszkaniu rośliny nigdy dość światła nie otrzymują. Roślina bowiem, rosnąca swobodnie na wolnym powietrzu, na polu, w ogrodzie lub na łące, jest ciągle na świetle, które otrzymuje ze wszystkich stron, przed południem z jednej, po południu z drugiej strony. W mieszkaniu jest roślina nie tylko zawsze z jednej strony, od strony okna oświetlona, ale nawet z tej strony otrzymuje wprost promienie słoneczne najwyżej przez kilka godzin przed lub po południu, pozatem ma tylko światło odbite, lecz nie wprost ze słońca idące; odwrócona od okna strona jest ciągle pogrążona w cieniu. Ale i tę małą ilość światła otrzymuje ona tylko wówczas, gdy stoi w samym oknie; głębiej w pokoju nie otrzymuje ona już wcale promieni światła, jak to wynika z obocznego rysunku, w którym przestrzeń ABCDEF (rys. 110) oznacza pokój, pomiędzy A i F

jest otwór okna, a skośne linie przerywane są promieniami światła, wnikającymi przez okno do pokoju. Nie dziwnego przeto, że tak trudno pielęgnować rośliny w mieszkaniach.

Widzimy więc, że aby roślina mogła się odżywiać, musi nie tylko pobierać korzeniami wodę i sole mineralne, lecz musi pobierać dwutlenek węgla z powietrza i rozszczepiać go na węgiel i tlen, a to stać się może tylko wówczas, gdy roślina ma ciała zieleni, bo tylko w nich może się dwutlenek węgla rozszczepiać i tylko w nich może się z węgla i wody wytwarzać skrobia i to wówczas, gdy te ciała zieleni otrzymują dostateczną ilość promieni słonecznych. Czasami wprawdzie widzimy na roślinie liście brunatne lub innej barwy, a jednak wytwarzają one skrobię; ta barwa pochodzi stąd, że w komórkach takiego liścia znajduje się, oprócz ciałek zieleni, sok inaczej zabarwiony i wówczas np. czerwona barwa soku i zielona ciałek zieleni sprawia razem wrażenie barwy brunatnej; ciała zieleni jednak być muszą, jeżeli liść ma wykonywać najważniejszą swoją czynność. Jeżeli liście są blade, jak w roślinach trzymanyh w ciemności, lub żółte, jak np. w jesieni gdy opadają, wówczas pobierać dwutlenku węgla i wytwarzać z niego skrobi nie mogą.



rys. 110.

Dawniej już mówiliśmy, że aby liść mógł być zielonym musi otrzymywać światło, inaczej bowiem

będzie blady, i jak człowiek bez słońca chorować będzie na blednicę; obecnie widzimy, że bez słońca nie mógłby liść wykonywać najważniejszej czynności, nie mógłby odżywiać rośliny.

Pobieranie przez rośliny dwutlenku węgla, zatrzymywanie z niego węgla i tworzenie z tego ciała i wody ciał organicznych nazywamy przyswajaniem węgla, czyli asymilacją.

Przyswajanie może odbywać się tylko w roślinach. Żadna inna istota żywa nie jest w stanie wytwarzać w sobie ani skrobi, ani żadnego innego ciała organicznego z ciał mineralnych, gdyż nie posiada koniecznych do tego celu ciałek zieleni. Zwierzęta otrzymywać muszą wszystkie ciała organiczne już gotowe z roślin lub innych zwierząt w pokarmach; mogą one te ciała organiczne przetwarzać w sobie w inne, lecz stworzyć ich w sobie nie mogą. Zwierzęta przeto zawdzięczają wszelki pokarm, całe życie swoje tylko roślinom, bez którychby istnieć nie mogły. Tylko zielone części roślin, a więc przede wszystkim liście, zdolne są z ciał mineralnych takich, jak woda i węgiel, wytworzyć ciała będące źródłem życia. Liść jest więc ważnym narządem nie tylko dla roślin, lecz i dla całego świata żywego: wszystkie istoty żywe jemu tylko życie swe zawdzięczają. Wszystkie ciała najważniejsze, z których się składają inne istoty żywe, musiały początkowo wytworzyć się w ciałkach zieleni rośliny w postaci skrobi, czy cukru. Bez zieleni roślinnej nie byłoby życia na ziemi. A jednak, jak mało jest ludzi, rozumiejących czem jest liść!

Aby coś wykonać, potrzeba zawsze 3-ch warunków: materiału, narzędzi lub warsztatu i siły. Materiałem przytworzeniu się skrobi jest dwutlenek węgla, warsztatem—ciałko zieleni, siłą—energia promieni słonecznych.

Mówiliśmy wprawdzie dotąd tylko o tem, jak się wytwarza skrobia. Gdy wiemy, jak powstaje jedno ciało organiczne, łatwiej już domysleć się jak się tworzą inne. Mówiliśmy już (str. 72), że skrobię łatwo zamienić w inne wodany węglę, w gumę, cukier i t. d., co się też w roślinie, jak zaraz zobaczymy, dzieje, tak, że gdy w roślinie powstaje jeden wodan węgla, to z niego zrozumiałym już sposobem tworzą się inne. Jeżeli świeże nasiona piwonii, zawierające skrobię, zostawimy w wilgotnem powietrzu, skrobia wkrótce znika w nich, a natomiast powstaje tłuszcz; oczywiście przeto tłuszcze mogą również tworzyć się z wodanów węgla. Gdy wodany węglę, tłuszcze i inne ciała w roślinie rozkładają się i niszczą, powstaje z nich śluz, jaki widzimy często w śliwach i wiśniach, powstają żywice, воск i wiele innych ciał. Najważniwszem jednak ciałem w roślinie, któremu rośliny i zwierzęta przedewszystkiem życie swe zawdzięczają, jest jak wiemy białko, różniące się od wodanów węgla i innych ciał tem, że zawiera prócz węgla, wodoru i tlenu jeszcze azot i siarkę. Azot, jak wiemy, pobierają rośliny z saletry, czy innych soli, siarkę również biorą z soli mineralnych, np. z gipsu, gdy więc saletra, gips i inne sole wsiąkają z ziemi do korzeni i dochodzą wraz z wodą do ciał tworzących się z węgla i wody, wówczas do tych ciał może przyłączyć się jeszcze z soli azot i siarka

i tak powstać mogą ciała białkowate. W jakim to jednak miejscu rośliny i jakim sposobem się dzieje— tego jeszcze wcale nie wiemy.

Atoli choć te ciała organiczne wytwarzają się w komórkach tylko pewnych narządów, to jednakże cała roślina musi z nich korzystać, wszystkie bowiem narządy rośliny potrzebują do życia białka, mączki, gumy, tłuszczów i t. d. i jak wiemy, ciała te istotnie dochodzą do wszystkich części rośliny, spływają z liści i innych narządów do łodygi, przechodzą do korzenia rurkami sitkowymi, przebiegającymi zarówno jak rurki naczynne przez korzenie, łodygi, gałęzie, ogonki i nerwy liści. Ale skoro te ciała wytwarzają się we wnętrzu komórek liścia, to jakim sposobem przenikają one przez ścianki komórek do nerwów, skoro białko, tłuszcz, skrobia, guma są to przecież koloidy (str. 151), t. j. ciała właśnie nie przesiąkliwe? Otóż łatwo się przekonać, że w roślinach może się skrobia łatwo zamienić w ciało rozpuszczalne i przesiąkliwe, mianowicie w cukier gronowy.

Włóżmy trochę ziarn jęczmiennych do wody i potrzymajmy je w ciepłym miejscu, przekonamy się po pewnym czasie, że stały się one słodkie; ziarna jęczmienia zawierają dużo skrobi, która pod działaniem wody i ciepła zamienia się w cukier gronowy. Tak robią zawsze w browarach, gdy zaczynają z jęczmienia przyrządzać piwo i takie wymoczone ziarna nazywają słodem, gdyż są słodkie. Sztucznie umiemy różnymi sposobami zamienić krochmal w cukier gronowy, np. gotując go w kwasach. W ciele zwierzęcem lub ludzkim mączka również zamienia się

w cukier, inaczej nie mogłaby się mączka, t. j. krochmal, który spożywamy w pokarmach, np. w ziemniakach, lub w chlebie, rozpuścić w sokach żołądkowych, przesiąknąć do krwi i odżywić ciała; leżałaby w żołądku nie strawiona.

Wiemy już, że gdy miękisz chleba żujemy długo w ustach, staje się on słodki. W ślinie znajduje się bowiem dziwne ciało zwane ślinnikiem (ptyalina), które ma tę własność, że zamienia skrobię w cukier. W sokach żołądkowych człowieka i zwierząt znajdują się inne ciała, mające tę samą własność w wyższym nawet stopniu.

Takie ciała, mogące zamienić skrobię w cukier, nazywają się w ogóle fermentami scukrzającymi. W ziarnach jęczmienia i we wszystkich innych nasionach znajdują się podobne fermenty scukrzające; ferment zawarty w ziarnach jęczmienia nazywa się diastazą. Wiadomo jednak, że ziarna jęczmienia lub inne nasiona można długo przechowywać w suchym miejscu, przez całe miesiące i lata, a jednak nie staną się one słodkimi, choć się w nich znajduje mączka i obok niej ten ferment scukrzający, gdyż aby ten ferment mógł działać i zamienić mączkę w cukier, potrzebuje on koniecznie wilgoci i ciepła. Dopiero gdy zostanie pobudzony do działania wodą i ciepłem, pocznie on zamieniać skrobię w cukier; czysta skrobia bez fermentu diastycznego czyli scukrzającego, trzymana w ciepłej wodzie, zamienić się w cukier również nie może. Otóż, ponieważ w komórkach roślin znajduje się zawsze taki ferment, więc poczynszy od wiosny aż do jesieni, kiedy zarazem rośliny otrzymują wodę i ciepło, może

w nich zawsze skrobia, a tak samo i inne wodany węgla, w miarę potrzeby, zamieniać się w cukier gronowy, a więc i rozpuszczać się w soku komórkowym i wraz z nim przesiąkać przez ścianki komórek, z jednej komórki w drugą i dochodzić do rurek w nerwach, któremi ten roztwór cukru rozchodzi się po całej roślinie, odżywiając wszystkie jej części.

Tak samo i tłuszcze, pod wpływem innego znów fermentu, zamieniają się w ciała przesiąkliwe; zresztą tłuszcze mogą też zamienić się w cukier gronowy. W sokach żołądkowych zwierząt i ludzi znajduje się jeszcze jeden ferment, zwany pepsyną, mający tę własność, że może zmieniać i ciała białkowe, ale już nie w cukier, jak to czyni z krochmalem ślennik i inne fermenty scukrzające, lecz w inny gatunek białka rozpuszczalny i przesiąkliwy; tak zmienione białko, mogące już przesiąkać przez przepony roślinne i zwierzęce, nazywamy peptonem. Gdy soki żołądkowe człowieka zawierają mało pepsyny, nie mogą strawić białka; człowiek wskutek tego cierpi na niestrawność, co czasami lekarze leczą w ten sposób, iż zapisują mu do zażycia pepsynę w proszku lub w winie, wziętą z żołądka cielęcego. Jak fermenty scukrzające wymagają wody i ciepła, żeby działać mogły, tak i pepsyna sama nie działa i wymaga, żeby z nią razem działał jakiś kwas; w sokach żołądkowych zawsze są kwasy. Takie fermenty, jak pepsyna i inne, mogące zamienić nieprzesiłąkliwe białko w pepton, nazywają się wogóle fermentami peptonizującymi. Fermentem więc wogóle, jak widzimy, nazywamy każde cia-

ło organiczne, mogące zmienić własności innego ciała organicznego.

W roślinach znajdują się również fermenty peptonizujące, podobne do pepsyny, znajdują się w nich, jak wiemy i kwasy. W pewnych roślinach, o których w następnym rozdziale mówić będziemy, te fermenty peptonizujące wraz z kwasami zamieniają ciała białkowe w peptony, tak samo jak w ciecie zwierzęcem. Ale u wszystkich innych roślin, (choć znajdują się w nich fermenty, które nawet działają na białko zwierzęce, jeżeli je w nich pomieścimy), nie widzimy wcale, aby białko pod wpływem fermentów zamieniało się w pepton; dotychczas nie udało się zbadać, czy to się rzeczywiście odbywa. Wogóle jednak, jak widzimy, odżywiają się rośliny takimi samymi ciałami organicznymi, takim samym pokarmem, jak zwierzęta i ludzie, t. j. białkiem, mączką, cukrem, tłuszczami i t. p. i nawet trawia te pokarmy, t. j. rozpuszczają je w swych sokach i roznoszą po ciecie przeważnie takim samym sposobem. Zachodzi tu tylko ta różnica, że rośliny same też sobie te pokarmy wytwarzają, podczas gdy zwierzęta i ludzie muszą otrzymać białko, mączkę i t. p. już gotowe.

Wreszcie musimy zauważyć, że gdy pokarm staje się roślinie niepotrzebny, np. na czas zimy, wówczas, jak już wiemy, gromadzi go sobie roślina w pewnych narządach, np. w korzeniu, w bulwach, nasionach, w promieniach rdzennych pnia i t. d., lecz przytem zazwyczaj zamienia znów pokarm rozpuszczalny w nierozpuszczalny, np. cukier w ziarna skrobi (przy pomocy ciałek skrobiotwórczych, o których mówiliśmy na str. 226, lecz nie ciałek zieleni), lub w inne ciała,

nie tak łatwo ulegające zmianie, jak cukier gronowy. Dlatego też w bulwach ziemniaków, w nasionach i innych narządach, gromadzących pokarm, widzimy go zawsze w postaci skrobi (i odrobiny zarodki), niekiedy tylko w postaci cukru trzcinowego, trwalszego aniżeli gronowy, czasami w postaci tłuszczu (np. w nasionach dostarczających oleju), lub rzadziej jeszcze, w postaci bardzo do mączki podobnego wodoru węgla, zwanego inuliną. Tak złożony zapas pożywienia, leży w spokoju w ciągu całych miesięcy, dopóki woda, ciepło słoneczne i fermenty nie zmieniają go znów w ciała rozpuszczalne i przesiąkliwe, które pobudzone do ruchu, rozchodzą się po roślinie, dając jej możność wypuszczania świeżych pędów.

Zadanie 34. Weź dwie doniczki z młodemi roślinkami wyrosłymi z jednakowych nasion, np. z ziarn grochu (Zadanie 2), postaw jedną z nich w świetle, drugą w ciemnym zupełnie miejscu, uważaj, jaka zajdzie pomiędzy temi roślinami z czasem różnica; jak działa na roślinę światło?

Zadanie 35. Upatrz sobie dużą roślinę, rosnącą w świetle i wypuszczającą właśnie świeże liście. Wybierz na niej duży, rozwinięty liść i nie odrywając go, zaklej górną jego powierzchnię czarnym papierem lub cynfolją używaną do owijania herbaty, mydła, czekolady i t. p.; wykroijwszy przedtem w tym papierze otwór, lub znak jakiś, np. krzyż, albo swoje litery. Po kilku dniach zdejm papier lub cynfolję i zauważ, jaki się na liściu wytworzył rysunek. Co się stanie z tym rysunkiem, jeżeli nie zaklejając na nowo liścia, ani nie zrywając go, pozostawimy go znów przez kilka dni na świetle?

Zadanie 36. Wykonaj to samo doświadczenie, zakleiwszy świeżo rozwinięty liść cynfolją lub papierem czarnym, w którym wytnij otwór jakiś i zostawiwszy roślinę przez dni kilka na słońcu, zerwij ten liść, wrzuć go na kilka mi-

nut do wrzącej wody (aby go zabić i utrwalić wszystkie ciała w nim w tych miejscach, gdzie się znajdują) następnie włóż go do czystego spirytusu, gdzie leżeć musi tak długo, aż się zupełnie odbarwi; rysunek na liściu wówczas niknie; odbarwiony liść włóż wreszcie do słabego roztworu jodyny, poczem rysunek wyraźny, czarno-siny, znów wystąpi. Pamiętając, że jodyna zabarwia mączkę, objaśnij, skąd się ten rysunek wziął i dlaczego; czego dowodzi to doświadczenie?

Zadanie 37. Wykonaj doświadczenie, opisane już w wykładzie, prostszym sposobem: Włóż do flaszki z białego szkła świeżo zerwaną gałązkę z liśćmi, lub lepiej rośliny wodne, nalej do flaszki po brzegi wody, zatkać otwór palcem i przewróciwszy flaszkę do góry dnem, wstaw jej otwór do wody, potem palec usuń. Zauważ ile się wydzieli z liści gazu na słońcu, ile przy słabszym oświetleniu w ciągu jednakowego czasu, np. jednej godziny. Trzymając w pogotowiu tłące się łuczywko, zatkać znów otwór flaszki pod wodą palcem, odwróć ją i, usunąwszy palec, wsuń szybko łuczywo do szyjki. Jaki gaz wydzielił się z liści? Kiedy rośliny lepiej przyswajają, przy silniejszym, czy przy słabszym oświetleniu?

Zadanie 38. Wykonaj jeszcze to samo doświadczenie, wlaawszy do flaszki wody sodowej, zamiast zwyczajnej. Czy w tym samym czasie, np. w ciągu godziny, wydzieli się teraz więcej, czy mniej gazu, aniżeli poprzednio przy użyciu wody zwyczajnej i dlaczego? Jaki gaz się wydzielił? Jaki wpływ ma na przyswajanie u roślin większa, a jaki mniejsza ilość dwutlenku węgla?

Zadanie 39. Włóż ziarna jęczmienia do ciepłej wody i trzymaj je w niej, odstawiwszy w ciepłe miejsce przez kilka dni; co się z nimi stanie? Jakiego nabierają smaku i dlaczego? Jaki smak mają przerosłe ziemniaki i dlaczego?

Zadanie 40. Obmyśl sam i opowiedz jakimby sposobem można było wydobyć czysty cukier gronowy ze słoju lub z innych roślin?

XV. Rośliny mięsożerne. Pasorzyty; bakterye; przyczyny chorób zakaźnych u ludzi; środki ochronne.

Poznaliśmy już sposób odżywiania się roślin. Jednakże nie wszystkie rośliny tak się odżywiają, dotyczy to tylko większości roślin, ale nie wszystkich. Jest dość znaczna liczba roślin, odżywiających się inaczej, podobnie jak zwierzęta, t. j. żywiących się częściami innych roślin i nawet zwierząt, a więc pobierających jako pokarm już gotowe białko, gotowy tłuszcz czy cukier. Już z tego, że tylko zielone rośliny, zawierające w sobie ciała zieleni, mogą przyswajając węgiel z powietrza, widać, że nie wszystkie rośliny tą drogą odżywiać się mogą, gdyż jest przecież wiele roślin nie zielonych, nie posiadających wcale liści, ani innych części zielonych, w którychby się mieściły ciała zieleni, a więc takie rośliny nie mogą wcale przyswajać węgla, ani odżywiać się tak, jak inne rośliny zielone ciałami mineralnymi. Jako przykład takich roślin służyć mogą grzyby, które nigdy ani liści, ani wogóle ciałek zieleni nie posiadają, nie mogą więc wytwarzać w sobie samodzielnie ani skrobi, ani innych ciał organicznych i muszą te substancje pobierać skądinąd w stanie gotowym. Czy takie rośliny mogły być pierwszemi roślinami na ziemi, choćby były jaknajprostszej budowy? Rozumie się, że musiały się zjawić znacznie później, gdy już inne ustroje istniały, gdyż inaczej nie znalazłyby pożywienia. Dziś mamy takich roślin,

prócz grzybów, jeszcze wiele innych, ale nie wszystkie odżywiają się zupełnie jednakowo. Można wyróżnić cztery sposoby takiego odmiennego odżywiania się roślin. Ponieważ jest to rzecz ważna i zajmująca, przeto poznamy teraz bliżej te cztery typy roślin, żywiących się na podobieństwo zwierząt.

1) Przedewszystkiem istnieją rośliny, wprost chwytające owady i inne małe istoty i żywiące się niemi. Takie rośliny nazywamy wogóle roślinami mięsożernemi, lub owadożernemi. Jedną z nich, mianowicie dzbanecznik (*Nepenthes*) już znamy (rys. 102). Jest to krzak rosnący w południowej Azji usiany gęsto liśćmi, zakończonemi bądź wąsami, bądź dzbaneczkami, które jak wiemy, są dalszym ciągiem liścia. Dzbanecki te, dochodzące niekiedy do półłokcia długości i mające wewnętrzną ściankę bardzo gładką, opatrzone są u góry jeszcze jednym przedłużeniem liścia, w postaci przykrywki, która w rozwiniętym liściu nigdy się zupełnie nie zamyka. W ciągu nocy dzbaneczki napełniają się wodą, zawierającą ferment peptonizujący, mogący trawić tak, jak trawi sok żołądkowy człowieka lub zwierząt. Ten sok wydziela się z tysięcy drobniutkich gruczołków, znajdujących się na dnie dzbaneczki, z którego w ciągu dnia woda znów powoli wysycha.

Pewien podróżnik opisuje, iż zbłąkawszy się w puszczech Madagaskaru, gdzie roślina ta rośnie również obficie jak na Cejlonie i w Indjach Wschodnich, upadał już z pragnienia, gdy nagle ujrzał przed sobą owe dzbaneczki, napełnione świeżo wodą. Sądził on z początku, że jest to tylko przywidzenie, wywołane jego gorączkowym stanem, lecz wkrótce prze-

M. Heilpern. Cz. II. Pogadanki o tajemnicach przyrody. 16

konał się, że jest to rzeczywiście choć dziwaczny, lecz piękny i dla zabłąkanych zbawczy dar natury. U Indian jest dzbanecznik w powszechnem poszaniu; istnieje u nich przesąd, że gdy liście tej rośliny obciąć, lub wodę z nich wylać, to przed końcem dnia jeszcze spadnie deszcz; w razie więc długotrwałej posuchy obcinają oni dzbaneczki.

Dzbaneczników znamy kilka gatunków, różniących się wielkością i kształtem liści dzbaneczkowych, lecz wszystkie gatunki są roślinami mięsożernymi. Wprawdzie mają one korzenie w ziemi i liście zielone, mogą więc odżywiać się tak, jak wszystkie rośliny zielone, t. j. przyswajać ciała mineralne z ziemi i powietrza i wytwarzać sobie pokarm samodzielnie, i tak też się odżywiają, lecz niezależnie od tego chwytają one też swemi dzbanuszkami owady.

Gdy owady, a zwłaszcza mrówki, zwabione słodkim sokiem, wydzielającym się z brzegu dzbaneczka, przekroczą brzeg ten i wstąpią na wewnętrzną gładką powierzchnię jego, nie mogą się na niej utrzymać, wpadają do wody i toną w niej. Wówczas wszystkie miękkie części ich ciała rozpuszczają się w soku trawiącym, znajdującym się w tej wodzie, tem bardziej, że z gruczołków, gdy owad wpadnie i pocznie je ruchem swym drażnić, wydziela się i kwas; pamiętamy bowiem, że sok peptonizujący wymaga do rozpuszczenia białka pomocy kwasu. Te miękkie części owadu zostają więc strawione przez roślinę, i wraz z sokiem wessane do jej wnętrza; roślina temi strawionemi częściami żywi się. Same zaś dzbanuszki, jakby znużone dokonaną pracą, zwieszają się otworem ku dołowi, gdyż ich ogonki stają się

wiotkie i wówczas nie strawione części owadu, np. rogowate, chrząstkowe pokrywy, skrzydełka i t. p. wypadają. Po pewnym czasie roślina uspokaja się, sztywność ogonków powraca, dzbaneczkowate blaszki liści podnoszą się ku górze i w ciągu nocy znów napęniają się wodą, gotowe do przyjęcia nowej ofiary.

Ponieważ krzak dzbanecznika ma takich liści wiele, przeto w ciągu dnia otrzymać może dość znaczną ilość takiego pożywienia. Lecz nie tylko owady, ale nawet i małe ptaki, siadłszy na brzegu dzbanuszka, którego wodą pragną ugasić swe pragnienie, wpadają weń i zostają strawione, ma się rozumieć oprócz kości, dzioba, upierzenia i innych części niestrawnych. Tak samo zostaje strawiony kawałek chleba, kawałek surowego lub gotowanego mięsa, albo gotowanego białka jaj, jeżeli takie ciała do dzbaneczka wrzucimy.

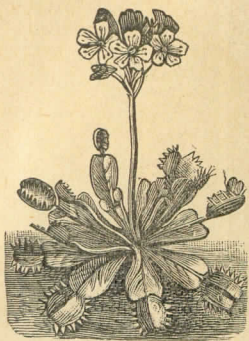
Jak dzbanecznik tak również i kaptarnica, rosnąca w północnej Ameryce, a także i wiele innych roślin ma taki podwójny sposób odżywiania się: roślinny, zasadzający się na pobieraniu wody i ciał mineralnych



rys. 111.

z ziemi i węgla z powietrza, oraz zwierzęcy, polegający na chwytaniu istot żywych.

Kapturnica (*Sarracenia*) ma liście odziomkowe, podługne, zwinięte w rurkę, podobną do urny, z drugą blaszką u góry mniejszą, tworzącą jakby pokrywę (rys. 111); pomiędzy liśćmi wyrasta łodyżka z kwiatami. Jakkolwiek roślina ta rośnie w błotnistych lasach Kanady i otoczona jest tylko wodą bagnistą i cuchnącą, to jednak liście wypełniają się wodą czystą, jakby przecedzoną. Wewnętrzna powierzchnia liściastych urn tej rośliny pokryta jest włoskami, zwróconemi ku dołowi, tak że owady z łatwością wchodzą w te urny, lecz wydostać się z nich już wskutek tego układu włosków nie mogą i zostają strawione soki, podobnym do soku trawiącego dzbaneczników.



rys. 112.

Inna ciekawa roślina owadożerna, t. zw. muchołówka (*Żywolist muchołówka*. *Dionaea muscipula*) ma liście odziomkowe złożone w rozetkę (rys. 112); każdy liść składa się z długiego płaskiego ogonka, na końcu którego siedzą dwie blaszki połączone z sobą brzegiem, jakby zawiasami i nieco ku sobie nachylone, jakby dwie połowy książki na wpół otwartej. Z pośrodku rozetki liści wyrasta łodyżka nosząca na wierzchołku białe kwiaty. Z brzegów obu blaszek liścia wychodzą długie, cienkie ząbki, jakby włoski, a na górnej powierzchni

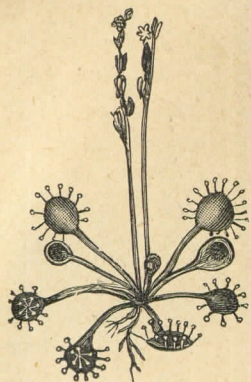
każdej blaszki znajdują się trzy cienkie, trudno dostrzegalne włoski.

Gdy owad łączy po roślinie wejdzie na blaszkę liścia i dotknie się któregoś z tych trzech włosków, wówczas nagle obie blaszki przypadają do siebie, tak, jak gdy raptownie zamykamy otwartą książkę. Te blaszki tak silnie przylegają do siebie, iż można je tylko rozerwać, ale odchylić nie uszkodziwszy, nie sposób; owad więc wydostać się z nich nie może, a im bardziej się trzepoce, tem silniej go ścisną. Do tego przyczynia się i to, że po zamknięciu się liścia, ząbki jednej blaszki zachodzą pomiędzy ząbki drugiej, tak jak my krzyżujemy palce obu dłoni, gdy załamujemy ręce. Cała powierzchnia liścia oprócz owych trzech włosków jest zupełnie niewrażliwa na dotknięcie; blaszki zamykają się tylko wówczas, gdy owad dotknie się jednego z tych włosków. Uwięziony owad zostaje wkrótce strawiony soki trawiącym, który się z tych włosków wydziela; po strawieniu owadu, obie połówki liścia znów się otwierają, a części niestrawione spadają.

Tym sposobem chwytą muchołówka, rosnąca na bagniskach północnej Ameryki, nie tylko drobne muszki, lecz nawet owady, pająki i raczki tak wielkie, jak np. wszystkim pewnie znany stonóg mrowy, tak powszechny w naszych domach i wilgotnych piwnicach. Kawalek ściętego białka, położony na liściu muchołówki, zostaje również strawiony, ale to nie ma przyjaznego wpływu na życie rośliny, bo liście potem obumierają.

Atoli nietylko w obcych krajach rosną tak dziwne mięsożerne rośliny, mamy ich dość wiele i u nas.

Na torfowych gruntach nierzadko znaleźć można u nas rosiczkę krągłolistną (*Drosera rotundifolia*) (rys. 113), małą roślinkę z listkami odziomkowymi, ułożonemi również w różyczkę, z pośród której wznosi się w górę cienka łodyżka z drobnymi na wierzchołku kwiatkami. Listki złożone z cienkiego, dość długiego ogonka i małej okrągłej blaszki, wydają się różowej barwy, choć są w rzeczywistości zielone, co pochodzi stąd, że blaszka pokryta jest mnóstwem włosków czerwonych, zakończonych główkami, a właściwie mnóstwem gruczołków, gdyż włoski te wydzielają sok trawiący.

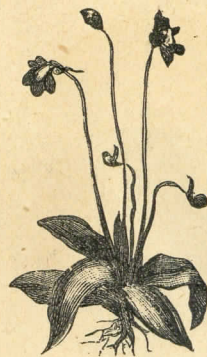


rys. 113.

Gdy owad, rozumie się bardzo drobny, siądzie na blaszce liścia, musi wnet dotknąć się gruczołków, a wówczas wszystkie ich główki zwracają się ku niemu, opadają mu na grzbiet, przyciskają do liścia, a wydzielając sok lepki i trawiący, oblewający owad uwięziony, przylepiają go do blaszki i w ten sposób przytrzymują; sama blaszka również podnosi wówczas swe brzegi nieco ku górze. Pod wpływem podrażnienia, spowodowanego ruchem owadu, z gruczołków wydziela się jeszcze kwas, który wraz z sokiem trawiącym rozpuszcza w sobie owada i trawi go. Po spożyciu owadu, blaszka i włoski prostują się i na powietrzu wysychają, wiatr zwiwiera niestrawione części i liść schwycić może inny owad. Rzecz dziwna, że silna ulewa nie podrażnia włosków

rosiczki wcale, kawałki szkła lub drewna, albo kamyki położone na liściach pobudzają gruczołki, które się ku tym przedmiotom nachylają, ale tylko na krótko i wydzielanie kwasu ani trawienia nie wzbudza. Kawałki białka ściętego i inne pożywne substancje zostają powoli strawione.

W podobny sposób postępuje inna roślina, u nas spotykana, t. zw. tłustosz (*Pinguicula vulgaris*), (rys. 114), którego liście w rozetkę ułożone, jak u wielu innych podobnych roślin, odziomkowe, mają powierzchnię lepka i pokrytą włoskami; ze środka rozetki wznoszą się łodyżki z pojedynczemi fioletowemi kwiatkami. Lepka powierzchnia liścia łatwo przytrzymuje owady, poczem brzegi liścia zawiązają się ku górze nad schwytaną ofiarą, która zostaje oblana sokiem trawiącym; po kilku godzinach liść poczyną się odwijać i prostować.

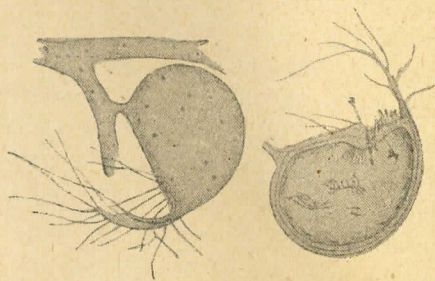
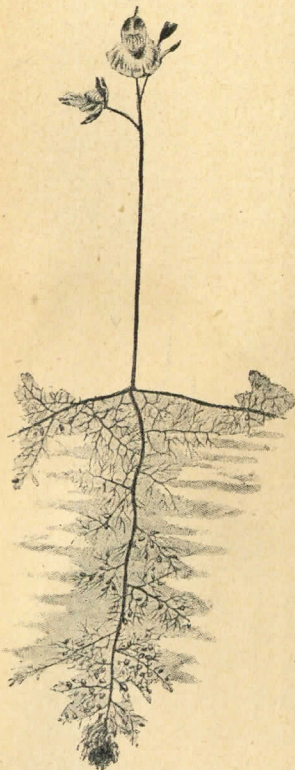


rys. 114.

Wody zaś nasze w niektórych miejscowościach zamieszkuje roślina pływająca, nieposiadająca wcale korzeni, t. zw. pływacz (*Utricularia*) (rys. 115), złożona tylko z łodyżki, usianej cienkimi jak rozgałęziające się włoski liśćmi, na których siedzą małe pęcherzyki. Z tej pływającej łodyżki w pewnym czasie wznosi się ku górze i wystaje nad wodę łodyżka z kwiatami. Pęcherzyki (rys. 115 a) mają otworki zamknięte klapką (b), która pod słabym nawet naciskiem bardzo drobnych żyjątek wodnych, otwiera się i żyjątko owe wpuszcza (c). Wydobyc się

z pęcherzyków istoty te nie mogą, gdyż klapka otwiera się tylko do wnętrza, a naciskana przez te żyjątka od wnętrza szczelniej jeszcze tylko pęcherzyk zamyka. Schwyte w ten sposób istoty zostają w pęcherzykach strawione.

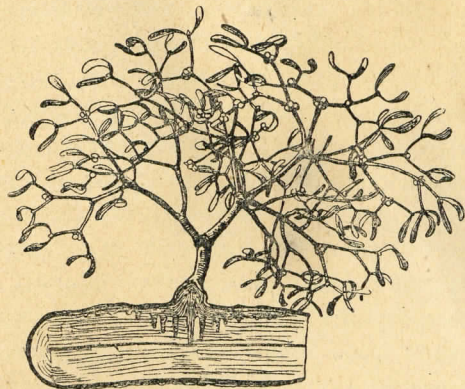
Prócz wymienionych roślin mięsożernych istnieje jeszcze wiele innych podobnie się zachowujących. Wszystkie są, jak widzimy, zielone i posiadają liście, a także korzenie, lub jak np. pływacz, pobierają wodę i sole mineralne bez korzeni. Wszystkie przeto mogą się odżywiać tak, jak typowe rośliny, lecz niezależnie od tego mają



rys. 115.

jeszcze drugi sposób odżywiania, podobny do zwierzęcego. Inne rośliny, o których teraz mówić będziemy, mają już tylko jeden sposób odżywiania, inny aniżeli rośliny mięsożerne, lecz także podobny do zwierzęcego.

2. Drugi typ roślin odżywiających się gotowem już ciałami organicznymi, a przede wszystkim gotowem już białkiem, braniem z otoczenia, stanowią t. zw. pasorzyty (od staropolskiego wyrazu „rzyto”, co oznaczało: brzuch). Pasorzyty są to rośliny rosnące na innych roślinach lub zwierzętach, na powierzchni lub w ich wnętrzu i zabierające tym istotom ich soki pożywne. Roślinę lub zwierzę opadnięte przez pasorzyt nazywamy gospodarzem. Zdarzają się rośliny, które niekiedy tylko, gdy są do tego zmuszone, pasorzytują na innych, najczęściej jednak znajdujemy pasorzyty stałe. Między innymi zdarzają się czasami takie, jak np. nasza jemiola (*Viscum album*), które mają jeszcze narządy zielone. Jemiola składa się z zielonej łodyżki, rozgałęzionej na końcu



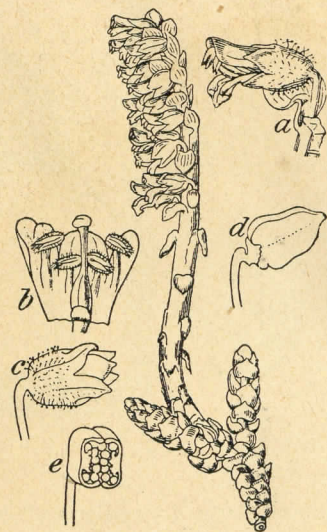
rys. 116.

na 2 gałązki, które tak samo znów rozwidlają się na 2 i t. d., ostatnie zaś gałązeczki zakończone są dwoma zielonymi listkami. W kątach gałązek siedzą małe kwiatki, z których powstają potem białe jagody (rys. 116). Zielonymi liśćmi może więc jemiola, przyswajać jeszcze węgiel z powietrza i tylko korzenie swe zapuszcza pod korę gałęzi drzew różnych,

zwłaszcza iglastych, pobierając niemi z gospodarza swego pokarm mineralny. Nie jest to więc zupełny lecz tylko częściowy pasorzyt. Jego jagodami żywi się ptactwo, wyrzucając nasiona, które spadając na gałęzie drzew przylepiają się do nich i na nich kiełkują. Zwykle jednak wszystkie pasorzyty są pasorzytami zupełnymi t. j. zabierają gospodarzowi cały potrzebny im pokarm, wszystkie soki odżywcze, a zwłaszcza najważniejsze, białkowe, wskutek czego po pewnym czasie gospodarz zostaje zupełnie zniszczony. Być może, iż pierwotnie były pasorzytne rośliny niewinnemi, samodzielnie się odżywiającymi roślinami, ale wiotkimi, szukającymi w gospodarzu tylko punktu oparcia i w tym celu zapuszczały weń swe korzonki czepne, lub tak jak np. porosty, albo jemiola przyczepiały się do gałęzi drzew, szukając tylko światła i miejsca, których na ziemi trudno znaleźć, lub chroniąc się od zwierząt i t. d. Ponieważ jednak w korzonki tak zapuszczone, soki pożywne z gospodarza łatwo wsiąkały i tym sposobem taka roślina tanim kosztem otrzymywała pożywienie gotowe, nie łóżąc na to pracy, przeto w ten sposób powstać mogły pierwsze pasorzyty, które w tej własności zapuszczania korzeni w inne rośliny, wynikającej pierwotnie z ich słabości, zyskały przewagę nad innymi podobnymi roślinami, łatwiej i lepiej się odżywiały, bezpieczniej żyły, wydawały liczniejsze potomstwo, w którym cecha ta stopniowo coraz bardziej się utrwałała. Takie narządy jak korzenie i liście stały się tym pasorzytom niepotrzebne, straciły je więc, zamieniwszy tylko korzenie na delikatne rurki, czyli ssawki, któremi przepływają soki od-

żywcze z gospodarza do pasorzyty i tak wytworzyły się już pasorzyty typowe, rośliny nie zielone, pozbawione ciałek zieleni, nie mające liści, ani korzeni i żyjące wyłącznie na innych żywych istotach, z których pożywienie czerpią, nie przyswajając dwutlenku węgla, nie wytwarzając w sobie skrobi lub innych ciał.

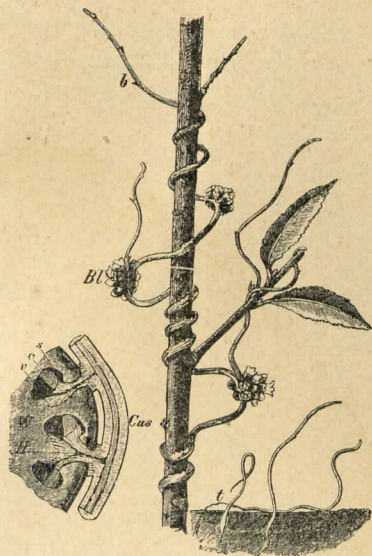
Łatwo u nas znaleźć roślinę pasorzytną zwaną łuskiewnikiem (*Lathraea squamaria*), która pasorzytuje na korzeniach drzew, wyrasta często zwłaszcza z korzeni leszczyny i składa się z grubej niewysokiej łodyżki, noszącej na wierzchołku kwiaty, lecz nie posiadającej już wcale korzeni (rys. 117). Cały łuskiewnik jest barwy blado żółtej lub nieco różowej, niema żadnej zieleności, a w miejscach, gdzie powinny siedzieć liście, widzimy tylko żółte małe łuski (stąd nazwa tej rośliny). Widocznie łuski te były niegdyś zielonymi liśćmi, jak to widać z ich postaci i budowy, a głównie z miejsca, w którym wyrastają, lecz przestawszy wykonywać czynności właściwe liściom, straciły zielen i poczęły zanikać. Obecnie więc widzimy na łuskiewniku tylko szczątki dawniejszych liści w postaci łusek; jak wiemy takie, zanikające narządy nazywamy narządami szczątkowymi.



rys. 117.

Tak samo wygląda t. zw. zaraza (Orobanché), pasorzytująca również na korzeniach drzew lub innych roślin jak np. bobu.

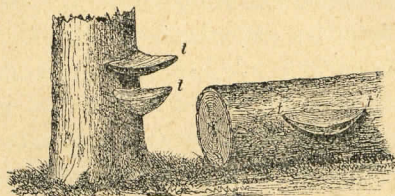
Dokoła łodyg konieczyń, lnu, chmielu i wielu innych roślin wije się często cienka bardzo łodyżka pasorzyta zwanego kianką (*Cuscuta europaea*), nie posiadająca wcale korzeni, ani liści, wydająca tylko kępy drobnych białych dzwonkowatych kwiatów (rys. 118) i wpijająca się w gospodarza, który całkowicie przez to niszczy, bardzo drobnymi cienkimi rurkami, czyli t. zw. ssawkami (haustoria), przez które soki pożywne z gospodarza przepływają do pasorzyta.



rys. 118.

Prostszymi jeszcze pasorzytami są grzyby, z których wiele pasorzytuje na roślinach, a nawet, jak niektóre grzybyki pleśniowe, na zwierzętach lub w ich wnętrzu. Każdy nieraz widział twarde wielkie grzyby rosnące na pniach drzew, t. zw. huby (*Poliporus*), z których dawniej, gdy nieznano zapalek, wyrabiano hubki do krzesiw, a które bez względu na to, czy pień drzewa stoi pionowo, czy leży poziomo, rosną zawsze na nim

tak, że są zwrócone swą szeroką i płaską powierzchnią ku górze (rys. 119). Grzyb taki niszczy z czasem zupełnie drzewo, na którym rośnie. Zresztą nie ma prawie takiego gatunku, roślin, na którymby nie żył jakiś właściwy mu grzyb. Wszystkie niemal plamki i brodawczkiczzerwone, rdzawe, czarne lub białe, jakie często widzimy na liściach i innych narządach traw, zbóż, ziół wszelkich, lub roślin drzewiastych, a które rolnicy np. nazywają rdzą, śniecią, głownią i t. d. są takimi drobnymi pasorzytami grzybkami, z których niejedne dopiero pod drobnowidzem dojrzeć można. Wiele chorób skórnych i innych u ludzi i zwierząt wywołują takie drobne grzybki. Najważniejszymi jednak pod tym względem są owe najdrobniejsze istoty, o których już wspominaliśmy, t. zw. bakterje czyli mikroby.



rys. 119.

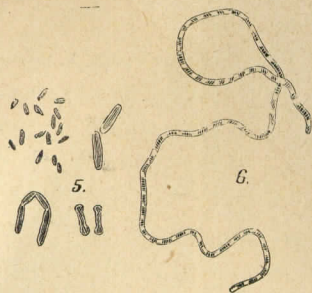


rys. 120.

rys. 121.

Te istoty są zwykle bezbarwne, nie zawierają wcale ciałek zieleni i są tak drobne, iż nawet przez najsilniejsze drobnowidze dostrzedz je zaledwie możemy. Widzimy je wówczas albo w postaci drobnych ziarn, okrągłych punkcików, które nazywamy kokami, albo

w postaci krótkich pałeczek, nazwanych lasecznikami (rys. 120), lub też jako cienkie wydłużone nici (rys. 121), grubsze śrubowato skręcone ciała (rys. 122) i t. d. Niektóre formy, zwłaszcza koki są nieruchome, inne znów wypuszczają z końca ciała cieniutką niteczkę czyli rzęsę, którą wywijają w różne strony jak bicz i za pomocą której poruszają się i przenoszą się z miejsca na miejsce. Wiele bakterji wydziela z siebie galaretowaty śluz, w którym żyją masami; takie skupienie, jak wiemy, nazywa się kolonją śluzową. Gdy w naczyniu z wodą gniją



rys. 122.

liście, siano, słoma lub t. p., wówczas na powierzchni wody tworzy się kożuszek, złożony właśnie z takich kolonji śluzowych. Nazwa „bakterja” pochodzi z języka greckiego (βακτηριον) i znaczy „pałeczka”; ponieważ jednak te istoty mogą mieć, jak widzimy, rozmaitą postać, przeto lepiej nazywać je mikrobami, czyli drobnoustrojami. Znamy różne gatunki mikrobów, mające rozmaite własności, lecz często różne gatunki mogą być z postaci zupełnie do siebie podobne, mogą np. mieć kształt koków, lub laseczników, i na odwrót, jedna bakterja, rosnąc i rozwijając się, może przyjmować różną postać, np. z początku ma postać koka, potem lasecznika i t. d. Każda bakterja jest pojedynczą drobną komórką, złożoną z bryłki zarodki bez jądra, otoczonej cienką ścianką. Zarodniki, czyli drobne

ziarna, z których te istoty się rozwijają, tak np. jak kwiatowe rośliny z nasion, a także i rozwinięte już mikroby unoszą się w niezliczonej ilości dokoła nas wszędzie w powietrzu, w wodzie, w ziemi, opadają wraz z kurzem, osiadającym na sprzętach naszych mieszkań, żyją zarówno we wnętrzu jak i na powierzchni naszego ciała i wszystkich innych żywych i obumarłych zwierząt i roślin, przebywają w naszych pokarmach, w odzieży, na papierowych i metalicznych monetach, na wszystkich niemal przedmiotach, z którymi styczność mamy, gdyż wszędzie znaleźć mogą tę drobną ilość pożywienia, jakiej potrzebują. Mogą one utrzymać się przy życiu nieraz nawet w tak złych warunkach, jakichby żadne inne istoty nie wytrzymały. Wiele bakterji przetrzymuje życie w lodzie zamrzniętych stawów, błot, rzek i t. d., tak, że lód wyrabany z takich miejsc może być tak samo szkodliwy jak nieczysta woda. Zarodników tych istot, z których się one rozwijają, często zabić nie można nawet wrzącą wodą. Najlepiej rozwijają się one przy cieple wynoszącym 20 do 38° C.

Nie wszystkie jednak bakterje są szkodliwe; większa ich część nie przynosi nam szkody, wiele tych istot żyje nawet ciągle w ciele naszym, nie szkodząc mu, żywiąc się tylko np. resztkami pozostającymi z pokarmów; tak żyje np. wiele bakterji na zębach naszych i pomiędzy niemi, w białym osadzie, który się na zębach tworzy; niektóre z nich jednak są szkodliwe, powodują próchnienie zębów, które należy zawsze z tego osadu oczyszczać. Z powietrzem, które w siebie wdychamy, z wodą, napojami i pokarmami, które spożywamy, wprowadzamy ciągle do

wnętrza ciała naszego znaczną ilość mikrobów, pomiędzy którymi wiele jest szkodliwych. Wszystkie te istoty zostają jednak przez kwaśne soki żołądkowe i przez krew w naszym ciele zniszczone. Gdy jednak ciało nasze jest z jakiegoś powodu osłabione, gdy soki żołądkowe mało kwasów zawierają, gdy krew nie może wszystkich bakterji zniszczyć, lub gdy naraz do krwi wtargnie zbyt wielka ich ilość, wówczas poczynają się one w ciele rozwijać i powoli ciało nasze niszczą, zatykają żyłki, tamując krążenie krwi, rozkładają i niszczą krew, wytwarzają we krwi ciąża trujące, zwane ptomainami, które ciało nasze zatrują. Tak powstają różne dolegliwości, cierpienia i choroby; niektóre zaś bakterje, wytwarzające w ciele bardzo silne trucizny (toksyny) są powodem groźnych chorób, kończących się śmiercią.

Do takich chorób, powodowanych przez bakterje, należą np. ospa, krosta czarna, zapalenie płuc, gruźlica (suchoty), błonnica (dyfteryt), tyfus, febra, gorączka, zimnica (malaria), cholera i wiele innych. Wszelka najmniejsza ranka na ciele, zwyczajne ukłucie szpilką, może się stać powodem niebezpiecznej choroby, gdyż przez najdrobniejszą nawet ranę, mogą się dostać mikroby do krwi; nieopatrzone rany z tego powodu poczynają gnić, ropić się, z czego może wywiązać się niebezpieczna choroba. Zwierzęta i rośliny również z tych samych powodów często chorują. Gdy dotykamy się przedmiotów nieczystych lub osób albo zwierząt cierpiących na takie choroby, łatwo mogą się te bakterje przedostać do naszego ciała i zarazić je tą samą chorobą. Z tego powodu nazywamy te choroby zakaźnymi (zaraźliwymi).

Nawet oddychając powietrzem w pokoju, w którym znajduje się taki chory, dotykając jego odzieży naczyń lub przedmiotów, z którymi chory miał styczność, możemy się tą chorobą zakazić. Skoro się te drobnoustroje do ciała naszego dostaną i rozwiną w nim, trudna jest już wówczas z nimi walka, gdyż jak widzieliśmy, są one bardzo wytrzymałe i nie łatwo dają się zniszczyć. Im prostszej budowy jest jakaś istota żywa, tem jest ona wytrzymalszą, tak zupełnie jak każda maszyna, która im bardziej jest złożona, tem łatwiej się psuje. Takie środki, któreby mogły zabić w ciele naszym bakterje, są również niebezpieczne i dla człowieka; dlatego tak trudno te niewidzialne istoty zwalczyć. Najlepiej przeto wcale ich do siebie nie dopuszczać i chronić się przed nimi na każdym kroku. Najlepszym środkiem zabezpieczenia się od chorób zakaźnych jest ciągła dbałość o to, aby nasze ciało i wszystko dokoła nas utrzymywać w jaknajwiększej czystości. Najważniejszym warunkiem zdrowia jest czyste powietrze, częste kąpiele, częste pranie bielizny, mycie i oczyszczanie naczyń, sprzętów, podłóg i t. d., unikanie ciemnych i wilgotnych mieszkań, nie stykanie się z odzieżą, bielizną lub przedmiotami należącymi do osób chorych, a zwłaszcza jak najprędze usuwanie naczyń z ich wydzielinami (np. śliną) i t. d. Czystość jest pierwszym warunkiem zdrowia. Gotowanie pokarmów zabija w nich zarazki, dla tego gotowane pokarmy i napoje (np. mleko) nazywają wyjałowionymi (czyli sterylizowanymi). Mieszkania, zwłaszcza osób chorych, należy często przewietrzać, a także wykadzać środkami niszczącymi

bakterye (np. siarka), ubrania po chorych spalić lub wyparzyć w gorącej parze, wszelkie rany, jakie na ciele naszym zauważymy, choćby z zadrażnienia pochodzące, wymyć i opatrzyć, a jeżeli doglądamy chorych, często myć ręce, najlepiej środkami niszczącymi bakterye (np. słabym roztworem sublimatu, który jest najlepszym środkiem ochronnym). To samo mają na myśli lekarze, gdy np. na ból gardła, ropienie ran i t. p. zapisują płókanie kwasem bornym lub innym środkiem, dają opatrunki i t. d. Wszelkie takie środki nazywamy wogóle dezinfekcyjnymi, albo antyseptycznymi (t. j. przeciwnieśnijnymi). Zauważono też dawno, że osoby, które raz przebyły słabą choćby ospę, przez kilka lat następnych powtórnie już tej chorobie nie ulegają. Widocznie krew oswaja się z tą chorobą, tak, jak np. oswoić się może nawet z silnymi truciznami, jeżeli je zażywamy z początku w drobnych ilościach; jak człowiek przyzwyczaić się stopniowo może np. do palenia tytoniu, picia wódki, lub nawet do zażywania arszeniku, choć to wszystko są silne trucizny i nawet w małych ilościach z początku szkodzą. Krew zakażona ospą podlega jej, lecz gdy raz oswoi się z małą jej ilością, wówczas nabywa oporności i łatwiej potem zwalcza większą i groźniejszą jej ilość. Stąd poszło, że dziś chronią ludzi od zakażenia ospą, zarażając ich materią wziętą z chorego na ospę zwierzęcia; ciało przechodzi wówczas słabą ospę, która nie jest wcale niebezpieczną i tą drogą zostaje ochronione na kilka lat od groźniejszej ospy, którą się przypadkiem zakazić mogło. Ten środek nazywa się szczepieniem ospy; jest to bardzo

dobry środek ochronny; tak samo próbują chronić ludzi od wodowstrętu, czyli wścieklizny, którą się ludzie zarażają od chorych psów, kotów lub wilków.

Wszystkie bakterye powodujące choroby są najgroźniejszymi pasorzytami naszego ciała, a także i ciała zwierząt i roślin. Te drobne istoty mają jednak dla nas jeszcze inne znaczenie, o którym w następnym rozdziale mówić będziemy.

XVI. Saprofityzm; fermentacya i jej znaczenie w gospodarstwie przyrody i w ekonomji człowieka. Symbjoza; porosty; komensalizm.

3. Poznaliśmy w ostatnim rozdziale dwa typy roślin odżywiających się inaczej, aniżeli wszystkie wogóle rośliny. Trzecim typem takich roślin są t. zw. roztocze (saprophytae). Jak pasorzyty wyciągają soki odżywcze żywych roślin i zwierząt, tak znów roztocze żyją wyłącznie na obumarłych zwierzętach i roślinach, toczą ich szczątki, rozkładają je, sprowadzając gnicie i wreszcie zamieniają gnijące ciała organiczne w mineralne, t. j. w popiół, amonjak, wodę i dwutlenek węgla. Każde ciało zwierzęce, ludzkie lub roślinne po śmierci, każda wydzielina zwierząt i roślin, każdy przetwór ich sztuczny, np. pokarmy leżące w powietrzu, mięso, chleb, mleko, konfitury i t. p. są wnet opadane przez takie roztocze, które rozpoczynają w nich dzieło zniszczenia i prowadzą je usilnie bez przerwy do końca. Do takich

roztoczków należą wszystkie prawie większe grzyby, z wyjątkiem pasorzytnych, rosnące w lesie lub wogóle w ziemi, zawierającej dużo gnijących ciał roślinnych i zwierzęcych, na gruzach, śmietniskach i t. d., wszystkie prawie mniejsze grzybki, jak pleśnie, drożdże i t. p., rosnące na wszelkich szczątkach ciał organicznych, zwłaszcza na gnijących owocach, odpadkach, pokarmach naszych, nawet na wilgotnej skórze wyprawionej i t. d., wreszcie wiele bardzo gatunków bakteryi, których działalność powoduje właśnie gnicie. Są to więc wszystko istoty bardzo pożyteczne. Gdyby nie one, powierzchnia kuli ziemskiej byłaby dawno pokryta trupami roślin i zwierząt i wszelkie życie na ziemi ustaćby musiało, nowe rośliny nie mogłyby rosnąć, nie znalazłyby bowiem na ziemi ani miejsca, ani pożywienia. Ale w każdym ciele zmarłym lęgnie się niezwłocznie i roi nowe życie większych i mniejszych grzybków, pleśni, miliardów niedostrzegalnych bakteryi, które ciałem zmarłym się żywią i zamieniają je w końcu w ciała mineralne, t. j. w dwutlenek węgla, wodę, amoniak i sole mineralne, a więc właśnie w te same ciała, z których, jak widzieliśmy poprzednio, rośliny życie swe czerpią, z których nowe rośliny powstają, dając przez to możność żyć i zwierzętom. Dzięki więc temu, że jedne ciała organiczne po śmierci gniją i rozkładają się, mogą powstać inne istoty żywe; życie jednych istot zawdzięczamy śmierci innych.

Gdy mówimy potocznie o bakteryach, pamiętamy najczęściej tylko o ich wpływie szkodliwym na zdrowotność i życie nasze, pamiętamy że są one przyczyną wielu poważnych cierpień i że często powo-

dują śmierć, zapominamy jednakże, że z drugiej strony zawdzięczamy im i całe życie nasze, że wiele z nich jest przyczyną gnicia, rozkładu ciał martwych, co daje początek nowemu życiu, że więc zniszczenie bakteryi na świecie, gdyby było możliwe, byłoby zarazem zniszczeniem życia na ziemi. Prócz tego bakterye i inne roztocze przynoszą też nam i wiele innych korzyści, zarówno jak i niektóre niższe grzybki, np. niektóre pleśnie i drożdże.

O drożdżach, których używamy do robienia ciasta, piwa i wielu innych pokarmów, wspominaliśmy już, ale nie mówiliśmy jeszcze czem są; musimy się z nimi bliżej zapoznać. Pod drobnowidzem widać, że drożdże składają się z mnóstwa oddzielnych małych, owalnych, bezbarwnych komórek z jądrem i błonką; nie są to bakterye, lecz grzybki tak prostej budowy. Niektóre z nich żyją na winnych gronach, unoszą się nawet w powietrzu, lecz do wnętrza owocu dostać się nie mogą, chyba, że skórka na gronach jest zraniona. Gdy wyciskamy sok z gron winnych, wówczas dostają się one do soku i dokonywają w nim ważnej zmiany: zamieniają ten sok, czyli moszcz winny na wino. Grzybki drożdżowe najlepiej żyją w takich ciałach, które zawierają cukier gronowy, a sok winny, jak wiemy, właśnie taki cukier zawiera. Drożdże mają tę szczególną własność, że rozkładają cukier gronowy na dwa inne zupełnie ciała, t. j. na spirytus, czyli alkohol i na kwas węglowy czyli dwutlenek węgla. Gdy więc sok winny zostawimy na czas pewien, wówczas drożdże, w nim się znajdujące, wytwarzają z jego cukru gronowego spirytus czyli alkohol i z tego powodu ten sok staje

się napojem upajającym, który już nazywamy winem; wino szampańskie silnie musuje dla tego, że w nim się wytwarza oprócz alkoholu znaczna ilość dwutlenku węgla, który w innych winach znajduje się w małej ilości i łatwo uchodzi. Tak zawsze drożdże rozkładają cukier na alkohol i dwutlenek węgla i innej czynności nie wykonywają w żadnym pokarmie.

Drożdże są więc fermentem, gdyż pamiętamy, że ferment jest to takie ciało organiczne, które może zmienić inne ciało organiczne, samo się przy tem nie zmieniając. Lecz drożdże są same istotami żywymi, są fermentem żywym, czyli jak to powiadamy ustrojowym albo organizowanym, podczas, gdy fermenty, które dawniej poznaliśmy, np. ślinnik, dyjastaza, pepsyna i t. p. są to ciała organiczne nieżywe, czyli fermenty nieorganizowane (albo jak je dziś nazywają: enzymy). Tamte fermenty (enzymy) mają tylko własność zmieniania mączki czyli skrobi, a także gumy i innych wodorów węgla w cukier gronowy, białka w pepton i t. d., wywoływały więc zmianę czyli fermentację scukrzającą, peptonizującą i t. d., lecz nigdy nie mogą tak, jak to czynią drożdże, zamienić dalej cukru w dwa różne ciała, rozłożyć go na alkohol i dwutlenek węgla. Taką zmianą, jakiej dokonywają drożdże, nazywamy „rozczynianiem”, albo fermentacją alkoholową. Sok winny dla tego się więc z czasem zamienia w wino, że fermentuje, t. j. że pod wpływem drożdży cukier w nim zawarty rozkłada się na alkohol i dwutlenek węgla, że więc podlega fermentacji alkoholowej.

Zupełnie tak samo robi się spirytus sztucznie w gorzelniach. Spirytus otrzymują zwykle z ziemniaków, zboża, lub

zresztą z innych roślin, które mają w sobie dużo mączki. Rośliny te rozciera się, dodaje słodu, a słód, jakśmy mówili (str. 235), zawiera w sobie ferment, zwany dyjastazą, który całą mączkę tych roślin zamienia najpierw w rodzaj gumy, a potem w cukier gronowy. Gdy już mamy płyn, zawierający cukier gronowy, wówczas dodaje się drożdży, które zamieniają ten cukier na alkohol i dwutlenek węgla. Dwutlenek węgla, jako gaz, ulatuje, a spirytus pozostaje w tym płynie, czyli w brzezce, którą trzeba tylko przeceścić i przedestylować, aby otrzymać zupełnie czysty alkohol, czyli spirytus. Nie inaczej robi się też piwo. Mówiliśmy już, że w tym celu moczy się ziarna jęczmienia w wodzie, wskutek czego dyjastaza zawarta w jęczmieniu zamienia mączkę jęczmienia w cukier gronowy, ziarna jęczmienia stają się słodkie, są „słodem”. Słód suszą, przyczem niepotrzebne kielki odpadają, następnie moczy się go ponownie, aby cały cukier w nim zawarty rozpuścił się w wodzie. Do wyrobu piwa używają tylko tej wody ocukrzonej, a cały słód, z którego już woda cukier wydobyła, czyli „słodziny” wyrzucają na paszę dla bydła. Do ocukrzonej wody, czyli brzezki piwnej dodaje się teraz drożdży, które rozkładają cukier na alkohol, nadając piwu własności upajających i na dwutlenek węgla, który jest powodem musowania piwa, portera i innych tak przyrządzonych napojów. Do brzezki piwnej dodają też owoców chmielu, ale to się czyni tylko w celu nadania piwu goryczy i innych własności. Taką brzezkę piwną odstawiają w beczkach, aby się odklarowała, potem ją gotują dla zabicia niepotrzebnych już teraz drożdży i w ten sposób otrzymuje się piwo gotowe. Gdy rozczyńniamy ciasto zarobione z mąki i wody, dodajemy również drożdży w tym celu, aby one rozłożyły drobną ilość cukru, który się ze skrobi mąki wytwarza, na alkohol i dwutlenek węgla. Głównie chodzi tu o dwutlenek węgla, który, jako gaz, rozszerza się, rozpycha i w ten sposób spulchnia ciasto; stąd pochodzą te gąbczaste otworki które, widzimy w cieście, gdy przekroimy chleb lub inne pieczywo. Robi się to dlatego, że w takie pulchne ciasto łatwiej wsiąkają

soki żołądkowe, a więc łatwiej je trawia, aniżeli ciasto zbite, zakalcowe, które jest z tego powodu niestrawne. Gdy tak przyrządzone z mąki, wody i drożdży ciasto zostawiamy na czas pewien w spokoju, poczyną się ono powiększać, rosnąć w miarę tego, jak w niem wytwarza się powoli dwutlenek węgla i rozciąga je. Następnie ciasto wsadza się do gorącego pieca, w którym od gorąca i spirytusu i dwutlenek węgla ulatniają się z ciasta, a drożdże zostają tą wysoką temperaturą zabite. Widzimy przeto, że drożdże są wogóle bardzo ważnym fermentem, bez którego nie moglibyśmy się obejść. Tym sposobem wyrób wina, spirytusu, piwa, portu, a przedewszystkiem najważniejszego naszego pokarmu, chleba, a także wielu innych wytworów, opiera się tylko na tej fermentacji alkoholowej, dokonywanej przez grzybki drożdżowe.

Taką samą fermentację wywołują też niektóre pleśnie. Gdy drożdże, lub owe pleśnie zmieniają w jakimś ciecie cały cukier w alkohol, wówczas opadają na dno i dalej już w alkoholu żyć nie mogą. Lecz w alkoholu żyć mogą zato pewne bakterye, które się zawsze doń dostaną z powietrza i tylko w tym płynie dobrze żyć i rozwijać się mogą. Atoli tak samo, jak drożdże zmieniają cukier, w którym żyją, tak samo te bakterye, żyjąc w alkoholu, zmieniają go dalej w inne znów ciało; pod ich wpływem alkohol kwaśnieje i zamienia się w ocet, dlatego te bakterye nazywamy „bakteryami octowymi”; inny gatunek bakteryj żyć w alkoholu i zmieniać go w ocet nie może. Gdy jakiś płyn, który w sobie spirytus zawiera, np. wino, stoi długo na powietrzu, wówczas zawsze kwaśnieje, zmienia się w ocet, wskutek tego, że spirytus łączy się z tlenem powietrza, a tę zmianę wywołują w nim właśnie bakterye. Dokonawszy takiej zmiany, bakterye te znowu giną, bo one żyć

mogą tylko w alkoholu, lecz nie w occie. Przemianę alkoholu w ocet nazywamy fermentacją octową. Jest to także bardzo ważna dla nas fermentacja, bez octu bowiem trudno byłoby się nam obejść; czasami znów jest to fermentacja dla nas niepożądana, jak np. gdy długo leżące ciasto, pieczywo, konfitury, piwo, wskutek tego kwaśnieje; taka zmiana jest już pierwszym początkiem gnicia. W tak zmienionych ciałach bakterye octowe żyć wprowadzić dalej nie mogą, ale wnet poczynają się w nich lęgnąć nowe bakterye, wytwarzające w nich inne znów kwasy, powodujące różne inne t. zw. fermentacje kwaśne, aż wreszcie wszystkie te bakterye ustępują miejsca bakteryom gnilnym, które ostatecznie rozkładają pozostałe resztki fermentującego ciała, na proste związki mineralne, t. j. na dwutlenek węgla, wodę, amoniak i popiół. Ta ostatnia zmiana nazywa się fermentacją gnilną czyli krótko gniciem i kończy ona już cały ten szereg zmian, jakiemu ciało organiczne podlegać może.

Roztocze a zwłaszcza grzybki roztoczowe i bakterye spowodują jeszcze inne rozliczne skutki, przeważnie dla nas korzystne. Kwaśnienie ogórków, kapusty, mleka i t. p. im zawdzięczamy; dzięki tylko takim istotom możemy wymaczać len i konopie, które pod działaniem samej wody bez pomocy bakteryj nie zmiękłyby dostatecznie; ale istoty te są zarazem i wielkimi szkodnikami, spowodując gnicie mięsa, jaj, owoców, pokarmów mącznych, marynat, konserw, konfitur i wszystkich innych pokarmów i rozmaitych przetworów, nawet atramentu, skóry i t. p., one to powodują też niebieszczenie, czerwienienie,

lub zwarzenie mleka, jełczenie masła i t. d., one to wytwarzają czerwone wilgotne krople na kartoflach, chlebie i t. p., przypominające krople krwi i t. d.

Od takiego psucia staramy się ochronić pokarmy soleniem i innymi środkami przeciwnymi; sól bowiem, którą posypujemy mięso, śledzie, ogórki, grzyby i inne pokarmy, gdy je mamy przechować przez czas dłuższy, wyciąga z nich wilgoć, nie pozwalając rozwinąć się bakteriom i pleśni.

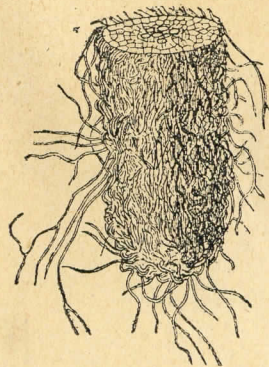
Wszystkie roztocze, tak samo jak pasorzyty, nigdy nie zawierają ciałek zieleni, żywią się wyłącznie ciałami organicznymi obumarłymi, wydzielinami zwierząt i roślin, sztucznymi przetworami ciał roślinnych i zwierzęcych lub ich odpadkami, nie przyswajając wcale węgla z powietrza. Są one więc z tego względu podobne do zwierząt, które tak samo żywią się ciałami organicznymi i strawiwszy je, wydzielają dwutlenek węgla, amoniak i sole mineralne.

4. Czwarty typ takiego odmiennego odżywiania się roślin stanowi t. zw. symbioza, polegające na tem, że dwie



rys. 123.

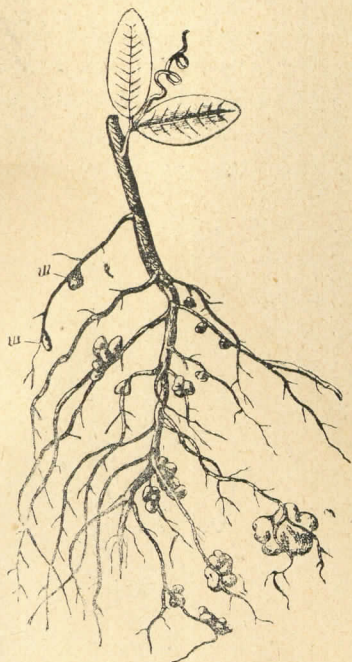
rośliny, z których jedna jest zieloną, druga jest grzybem, łączą się z sobą tak, jak gospodarz z pasorzytem i wzajem odbierają sobie część soków odżywczych; żadna jednak wskutek tego nie cierpi, gdyż w zamian za stracone substancje otrzymuje od drugiej inne ciała potrzebne jej do życia; tak więc obie połączone rośliny wzajemnie wyświadczają sobie usługi. Korzenie wielu drzew i innych roślin, np. korzeniówki (*Monotropa*, rys. 123), bywają oplecione na powierzchni cienkimi niciami, stanowiącymi ciało grzyba (rys. 124), tak samo nici grzyba wrastają niekiedy w korzenie niektórych roślin zielnych; grzyb żywi się w tych wypadkach ciałami organicznymi rośliny, na której żyje, a w zamian dostarcza korzeniom tych roślin wody i soli mineralnych. Te nici, z których się ciało każdego grzyba składa, (bo nie tylko pleśnie, lecz nawet wielkie kapeluszowe grzyby, które



rys. 124.

zbieramy w lesie, mają w ziemi rozpostarte ciało czyli grzybnię, złożoną z cieniutkich niteczek), nazywamy strzępkami; trzonek i kapelusz grzyba są tylko jego organami rozrodczymi, służącymi do wydania zarodników i także są złożone z nici czyli strzępek, skupionych w masę; główne zaś ciało grzyba, czyli grzybnia, złożone z luźnych strzępek, znajduje się w ziemi, lub innym ośrodku, w któ-

rym grzyb rośnie; tak samo ze strzępków składają się huby, pleśnie wszystkie i inne grzyby. Otóż strzępki, oplatające korzenie niektórych roślin, zastępują tym roślinom włosniki korzeniowe, których one nie posiadają; a ponieważ grzyb jest ciałem silnie



rys. 125.

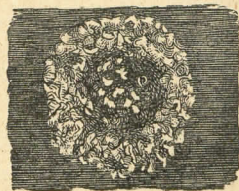
przyciągającym wilgoć z otoczenia, nawet z powietrza, przeto korzenie roślin otoczone grzybem, mają zawsze poddostatkim wody, którejby były nieraz w czasie posuchy pozbawione bez pomocy grzybów.

Tak samo na korzeniach wielu groszkowatych roślin (np. łubinu) zobaczyć można brodaweczki (rys. 125), które są wytworem bakteryi, w nich żyjących. Bakterie te, lasecznikowego kształtu, żyją w ziemi; w pewnym czasie wnika

kają w korzenie roślin groszkowych, gdzie się żywią skrobią, dostarczaną im przez roślinę, ale w końcu zostają same strawione i wessane przez tę roślinę.

Najwybitniejszym jednak przykładem spółżycia są t. zw. porosty. Są to rośliny powszechnie znane,

bardzo często spotykane na korze drzew, na płotach, kamieniach, na ziemi w lesie wśród mchu i t. d. Tak np. na drzewach, płotach, parkanach i starych ścianach, ale zawsze głównie ze strony północnej, znaleźć łatwo okrągłe, cienkie, suche plasterki, złożone jakby z pokruszonych, suchych, małych listków, barwy żółtej, na których widać drobne pomarańczowe miseczki.



rys. 126.

Jest to właśnie roślina, należąca do porostów i zwana tarczownicą ścienną (*Parmelia parietina*) (rys. 126). Nieraz także z uschłych gałęzi drzew iglastych zwieszają się ciemnozielone



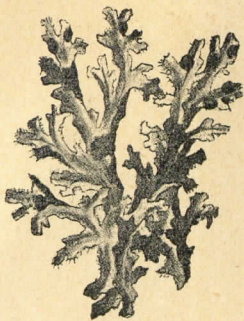
rys. 127.



rys. 128.

rozgałęzione nici, stanowiące porost, zwany pakoscią brodatą (*Usnea barbata*) (rys. 127). W lasach pomiędzy mchem leżą często płasko rozpostarte suche blaszki, z wierzchu szaro popielate, pod spodem białe; jest to pawężnica (*Peltigera canina*).

Bardzo pospolity jest też po lasach chrobotek renożywny lub reniferowy (*Cladonia rangiferina*) (rys. 128), złożony z cienkich rozgałęziających się łodyżek, blado zielonawej barwy, splecanych z sobą, suchych i kruchych, rosnących pionowo i tworzących jakby krzaczki na cal lub dwa wysokości; w północnych krajach stanowi on główne pożywienie reniferów. To co w aptekach nazywają „mchem islandzkim”, choć nie jest mchem i nie tylko w Islandyi i innych krajach północnych, lecz i u nas rośnie, jest też porostem, zwanym w botanice płucnicą islandzką (*Cetraria islandica*, rys.



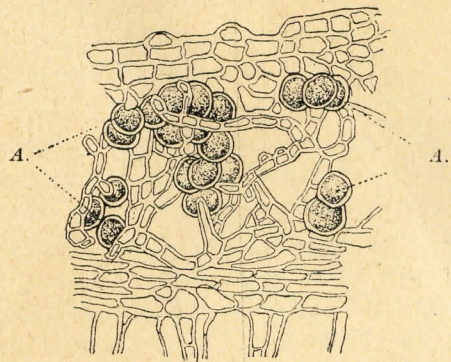
rys. 129.

129); rośnie ona też pionowo w postaci rozgałęzionych i uwłosionych listków brunatno-zielonej barwy; są jeszcze inne gatunki porostów.

Wszystkie porosty uważano dawniej za osobną grupę roślin, na równi np. z wodorostami, grzybami i t. d. Przekonano się jednak, że każdy taki porost stanowi połączenie dwóch różnych rodzajów roślin, a mianowicie: zielonego wodorostu z grzybem,

które są tak ściśle z sobą splecione, że wydają się jedną rośliną, nie przypominającą swą postać ani wodorostów, ani grzybów. Jeżeli z jakiegokolwiek porostu zetniemy ciekłą błonkę i rozpatrzymy ją pod drobnowidzem, spostrzeżemy zawsze, że składa się ona z zielonych kuleczek, ściśle oplecionych niemi najczęściej bezbarwnymi (rys. 130). Te zielone

cząstki są to pierwotki lub inne wodorosty, nici je oplatające są to strzępki grzyba; wodorosty jak wszystkie zielone rośliny, przyswajają węgiel z powietrza i wytwarzają ciało organiczne, tak, że mogły by żyć i bez pomocy grzyba, choć nie tak dobrze, bo nie zawsze i nie wszędzie znalazłyby dość wody, w połączeniu zaś z grzybem, który im dostarcza wody i soli mineralnych, żyć mogą nawet na suchych kamieniach, skałach, na suchej korze, płotach i t. p. Prócz tego grzyby ułatwiają złączonym z niemi wodorostom możliwość łatwiejszego rozsiewania się i przenoszenia na znaczne przestrzenie. Małe kawałki porostu, odrywające się od całości i przeniesione wiatrem lub innym sposobem w nowe miejsca, rosną dalej i wyrastają znów w porost, podobny do tego, z którego powstały. Takie kawałki porostów nazywamy sorediami; złożone są one z wodorostów i części strzępków grzyba, odłączające się naturalną drogą i potem rozrastające się wskutek tego, że wodorosty w takim kawałku mnożą się przez podział, a strzępki rozrastają się. Pewien porost jadalny, zwany porostem mannowym (*Lecanora esculenta*), (przypuszczają bowiem, że on stanowił ową mannę, którą izraelici żywili się na puszczy po wyj-



rys. 130.

Wszystkie porosty uważano dawniej za osobną grupę roślin, na równi np. z wodorostami, grzybami i t. d. Przekonano się jednak, że każdy taki porost stanowi połączenie dwóch różnych rodzajów roślin, a mianowicie: zielonego wodorostu z grzybem, które są tak ściśle z sobą splecione, że wydają się jedną rośliną, nie przypominającą swą postać ani wodorostów, ani grzybów. Jeżeli z jakiegokolwiek porostu zetniemy ciekłą błonkę i rozpatrzmy ją pod drobnowidzem, spostrzeżemy zawsze, że składa się ona z zielonych kuleczek, ściśle oplecionych niemi najczęściej bezbarwnymi (rys. 130). Te zielone

ściu z Egiptu), bywa w całości przenoszony wiatrem na niezmiernie odległości, wskutek czego zjawia się nagle w nowych miejscach w wielkiej ilości; jest on pospolity w puszczach Małej Azji i Afryki północnej. Z drugiej strony, z tego połączenia grzybów z wodorostami korzystają także i grzyby, które nie posiadając ciała zieleni, nie mogłyby żyć samodzielnie; w zamian za pokarm mineralny i pomoc w przenoszeniu i rozmnażaniu, zabierają one wodorostom, z którymi są związane, część ich ciał organicznych. Tym sposobem obie związane rośliny wzajemnie sobie pomagają i w połączeniu wszędzie łatwiej żyć mogą; na tem właśnie polega korzyść ich spółzycia. W czasie zupełnej suszy porost pozornie życie traci, staje się kruchy i łatwo daje się rozetrzeć na proszek, lecz po zwilżeniu deszczem wraca do życia. Próbowano sztucznie łączyć pierwotki i inne wodorosty z odpowiedniami grzybami i wytwarzać tą drogą porosty sztuczne, co choć z trudnością i tylko w pewnych warunkach, lecz przy umiejętnym doborze i postępowaniu udało się zupełnie. Jakkolwiek porosty rosną najczęściej na korze drzew, na drewnianych płotach i t. p. nie są one, jak się zdaje, wcale pasorzytami drzewa i zupełnie same sobie wystarczają. Szukają one tylko miejsca na drzewie lub innych wyniosłych przedmiotach, pnąc się ku światłu, któregooby na ziemi w cieniu innych roślin w dostatecznej ilości nie znalazły. Tak przecież często i inne, niepasorzytne rośliny, np. mchy, również porastają na drzewie. (Takie rośliny na innych rosnące nazywamy epifitami). Dlatego to porosty mogą również dobrze rosnąć na innych ciałach, nawet mineralnych.

Atoli nie tylko pomiędzy zielonemi roślinami i grzybami lub bakteriami zachodzić może zjawisko spółzycia, czyli symbjozy; często dwie zielone rośliny w podobny sposób wspólnie żyją. W wydrążeniach zielonych listków owej drobnej rzęsy (Lemna), pokrywającej powierzchnię stawów, sadzawek, błot i t. d., w listkach drobnego mchu, zwanego u nas glewikiem (*Anthoceros*), w korzeniach drzewiastej wieloliściennej rośliny (*Cycas*), rosnącej w gorących krajach i dostarczającej nam mączki, zwanej „sago”, a także w wydrążeniach liści kilku innych jeszcze roślin, przebywają stale galaretowate masy, czyli kolonie śluzowe, bardzo prostych wodorostów z rodzaju trzęsidłła czyli galaretnicy (*Nostocaceae*), które z powodu odmiennej budowy i sinej barwy, zaliczamy do osobnej grupy wodorostów, zwanej sinicami; zapoznamy się z niemi później. W ostatnich czasach poczęli niektórzy badacze uważać nawet ciała zieleni za oddzielne istoty, związane współzyciem z bezbarwnymi komórkami liścia.

Nawet pomiędzy roślinami i zwierzętami istnieć może symbjoza; np. zielona barwa niektórych robaków (*Planaria*), gąbek (*Spongilla*), polipów, zwłaszcza żyjącej w wodach słodkich stulbi (*Hydra viridis*), wymoczków i t. p. pochodzi stąd, że w ciałach tych istot gnieźdzą się pewne zielone wodorosty. Ale wspólne pożywanie dwu roślin zielonych, lub rośliny z istotą zwierzęcą, nie zawsze polega na wzajemnej wymianie substancji pożywnych. Często dwie rośliny bytują stale przy sobie z tej przyczyny, że obie czerpią jednaki pokarm z otoczenia i obie rosnąć mogą tylko tam, gdzie to pożywienie znajdują; lub też z tego powodu, że jedna znajduje pod ochroną drugiej to potrzebny jej stale cień, to ochronę od napaści zwierząt, to punkt oparcia, lub ułatwia sobie przy jej pomocy przenoszenie się z miejsca

na miejsce i t. d.; takie wypadki lepiej nazywają spółbiesiadnictwem (kommensalizm) lub spółbytowaniem.

Otóż również i pożycie roślin ze zwierzętami ma zwykle cel podobny. Ciekawemi pod tym względem są niektóre rośliny, posiadające w łodydze lub innych narządach wydrążenia, zamieszkiwane przez mrówki, które się do tych wydrążenia dostają przez osobne otworki w naskórku rośliny. W zamian za schronienie, którego im roślina dostarcza, a czasami i za pożywienie, które znajdują w słodkim soku, sączącym się z takich roślin, lub w innych wydzielinach rośliny, wywdzięczają się jej mrówki tem, że ją bronią przed napęścią innych owadów i wogóle zwierząt, gdyż mrówki, jak zwykle, innych istot do schronisk swoich nie dopuszczają. Tak samo łatwo zauważyć można na dolnej stronie liści lipy, w kątach, w których rozchodzą się nerwy, miejsca stanowiące siedzibę bardzo drobnych zwierzątek,



rys. 131.

ślinka, dorastająca czasami stopy wysokości, z wąskimi przeciwległymi liśćmi, które na wierzchołku łodygi tworząc przykwiatki, gęsto są skupione, a z kątów tych przykwiat-

molików, z rodzaju mikroskopowych pajęczków. Naskórek liścia jest w tych miejscach zmieniony, nie ma prawie szperek oddechowych i składa się z bardzo cienkich ścianek komórkowych, wydłużających się we włoski. Zdaje się, że liść lipy przyswaja po części wydzieliny istot, którym udziela schronienia. Niedawno zauważono ciekawy fakt, odnoszący się do życia pewnej rośliny, zwanej pszenicem łąkowym (*Melampyrum pratense*), która u nas powszechnie rośnie po lasach, zaroślach i łąkach podleśnych suchszych (rys. 131). Jest to nie wielka zielna ro-

ków wyrastają żółte kwiaty, prostopadle do łodygi i w jedną zwrócone stronę; korona kwiatu u dołu zrosła w rurkę, rozdziela się u góry na dwie wargi; pręcików cztery. Z powierzchni liści sączy się sok słodki, którym mrówki przywabione skupiają się pod rośliną. Z owoców pękających tej rośliny wypadają nasiona białe, gładkie, prawie walcowate, zupełnie podobne do poczwarek mrówczych, które powszechnie „jajami mrówczemi” nazywają. Mrówki świadomie, czy też oszukane pozorem, zbierają te nasiona, zanoszą je do mrowisk i pielęgnują. Rozumie się, że z tych nasion nie rozwijają się mrówki, lecz wyrosną rośliny, podobne do tych, z których nasiona te pochodzą; z tego powodu znajdujemy nieraz pszeniec łąkowy wyrastający z mrowisk. Otóż mamy tu przykład jak rośliny i zwierzęta często wzajemnie sobie pomagać mogą: dzięki pomocy mrówek, nasiona pszenicy polnego, z których wieleby mogło dostać się na grunt nieodpowiedni i zginąć, lub zostać zdeptanymi albo pożartymi przez zwierzęta, dostają się do ziemi, w której nie rosną inne rośliny i mogą tam kiełkować; z drugiej strony mrówki, przez rozsiewanie tych nasion, zaopatrują się w rośliny, które im dostarczają słodkiego soku.

Mamy także w tem przykład, jak wiele ważnych rzeczy wykryćby można, przypatrując się i badając życie roślin umiejętnie. Gdybyśmy, znalazłszy taką roślinę, zaraz wyrwali ją z ziemi, przypatrzylibyśmy się jej postaci i budowie i zaskuszyli, jak to wielu robi, nicbyśmy o tej ciekawej własności jej życia nie wiedzieli. Wszystkie sposoby odżywiania roślin zielonych, pasorzytów i t. d., a także zjawiska spółżycia i spółbiesiadnictwa, jak zresztą i wszystkie inne cechy i zjawiska roślin, są objawami ich przystosowania się do warunków bytu.

Zadanie 41. Połóż przekrajany ziemniak świeży, lub gotowany, albo mięksiz chleba, konfitury, lub t. p. w wilgotne miejsce na dni kilka i zauważ, jak się te przedmioty szybko pokrywają pleśnią; przypatrz się, jak wygląda pleśń, przyjrzyj się, że bywa różnych gatunków, różnej barwy, często złożona z widocznych nawet wprost okiem nitczek, czyli strzępeków pleśni.

Zadanie 42. Przyjrzyj się budowie jakiegokolwiek grzyba i zauważ, że składa się z cienkich zbitych strzępków.

Zadanie 43. Świeżo wygotowany kartofel ochroń od dostępu kurzu, np. owiń go czystym kawałkiem płótna lub waty, albo włóż do talerza ze świeżo przegotowaną wodą i przykryj go szklanką; przekonaj się, że tak chronione ciało organiczne leżeć może długo, przez całe miesiące, nie pleśniejąc ani gnijąc; więc z czego pochodzi pleśń? Przekonaj się, że tak samo atrament w dobrze zakorkowanej flasce stać może lata całe, nie pleśniejąc, na otwartem zaś powietrzu w spokoju, pokrywa się białą pleśnią, złożoną ze strzępków. Przekonaj się, że wino w dobrze zakorkowanej butelce stać może długo nie kwaśniejąc, na powietrzu zaś zamienia się w ocet.

Zadanie 44. Przekonaj się, że kartofel dobrze posolony, lub lepiej, trzymany w mocno słonej wodzie, nie pleśnieje.

Zadanie 45. Zbierz kolekcję różnych gatunków porostów.

Zadanie 46. Przypatrz się schroniskom pajęczków na liściach lipy i brodawkom na korzeniach łubinu.

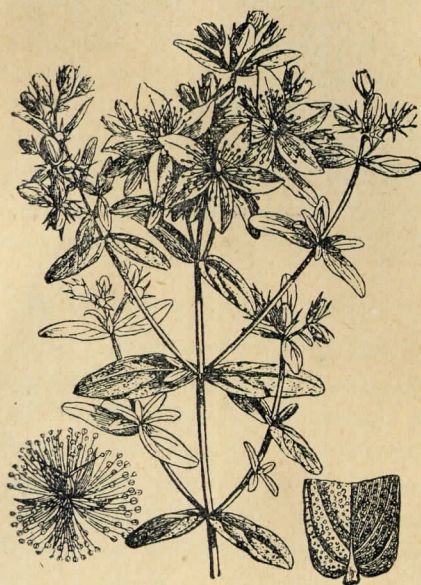
XVII. Wymiana materii. Wydzielanie. Oddychanie. Wyziewanie.

Zatrzymaliśmy się długo nad odżywianiem się roślin, bo też jest to rzecz pod każdym względem nadzwyczaj ważna. Poznaliśmy jednak dopiero jedną stronę tej czynności, t. j. pobieranie pokarmu i przetwarzanie go przez rośliny. Odżywianie ciał żywych wymaga jednak jeszcze jednej ważnej czynności: wydzielania zużytych części z ustroju żywego. Bo tak jak człowiek lub zwierzę nie tylko pobiera pokarm, lecz i bezustannie wydziela części niszczące się w jego ciele, jak człowiek np. ciągle wydala ślinę, pot, łzy,

wydzieliny nosa i ucha, kał i mocz, jak traci ciągle części ciała wskutek ścierania się naskórka, obcinania paznokci, włosów i t. p. a co najważniejsza wskutek wydychania bez przerwy gazów z płuc, tak również i roślina ciągle wydalać z siebie musi niepożądane cząstki niszczące się w niej wskutek jej życia i bez tej czynności żyć nie może. To ciągle pobieranie obcych ciał z otoczenia i przyswajanie ich sobie z jednej strony, a wydalanie znów innych ciał i zwracanie ich otoczeniu z drugiej strony, nazywamy razem wymianą materii pomiędzy ciałem żywym, a otoczeniem. Życie właśnie polega na tej ciągłej wymianie materii. Jak z jednej strony roślina ciągle przyswaja pokarm, buduje i odnawia ciało, tak z drugiej strony wskutek tej czynności, wskutek jej pracy życiowej, niszczą się ciągle w roślinie cząstki jej ciała, które zostają usuwane. O niektórych wydzielinach roślin już nawet kilkakrotnie wzmiankowaliśmy.

Widzieliśmy, że do takich wydzielin należy między innymi żywica, którą wydaje wiele roślin, zwłaszcza nasze drzewa iglaste; z drzew tych otrzymujemy terpentynę, kałafonję, sandarak jałowcowy do kadzenia, smołę i różne inne żywice używane na lakiery, pokosty i t. p. Wiemy też, że rośliny wydzielają wosk, który w cienkiej warstewce znajdujemy jako delikatny sinawy nalot na wielu owocach, na borówkach, czyli czarnych jagodach, na śliwkach, na podobnych do jagód szyszkach jałowca, na liściach kapusty i wielu innych roślin, zwłaszcza na liściach palmy, zwanej Kopernicą, z której zebrany wosk nazywają w handlu „karnaubą”, i t. d.

Różne olejki, z których wiele jest powodem zapachu kwiatów, a nawet liści, są również wydzielinami, często usuwanymi na zewnątrz przez gruczołki i włoski, pokrywające powierzchnię łodygi, liści, czy kwiatu, lub pozostającymi w roślinie, jak to się odbywa np. w pospolitej u nas zielnej roślinie z małymi listkami i pomarańczowymi kwiatami (rys. 132) zwanej dziurawcem (*Hypericum perforatum*) i wielu innych roślinach. Gdy listek dziurawca rozpatrzymy pod światło, widzimy w nim jakby mnóstwo przeświecających



rys. 132.

otworków, które są właśnie miejscami nagromadzenia olejku. Tak samo gromadzą się często wydzieliny w przestrzeniach między komórkowych (rys. 108 r) lub w naczyniach barwcowych (rys. 21) wielu roślin. Przełamawszy łodygę pospolitego u nas ziela, glistownika, (*Chelidonium majus*), zobaczymy sok, barwy pomarańczowej; sok mleczny zobaczymy w łodydze maku, figusa i t. d. Te barwcowe soki zawierają zawsze różne wydzieliny, np. kauczuk, terpentynę, żywice, alka-

loidy i t. p. Wiemy też, że błonnik, z którego utworzone są ścianki komórkowe roślin, niszcząc się w biegu spraw życiowych, zamienia się w inną substancję, w różne gatunki gumy i śluzu roślinnego.

Godnem uwagi jest, że wydzieliny roślin nie zawsze, jak widzieliśmy, zostają usuwane z rośliny, jak to bywa u zwierząt, lecz często gromadzą się w pewnych miejscach, a nawet pokrywają jej powierzchnię i dalej służą roślinie np. za ochronę od zewnętrznych wpływów (np. żywice, wosk). Przestrzenie międzykomórkowe i inne miejsca, zawierające wydzieliny, otoczone są często tkanką skorkowaciałą, co właśnie utrudnia usunięcie wydzielin na zewnątrz. Wszystkie te wydzieliny roślinne są, jak widzimy, ciałami bardzo dla człowieka pożytecznymi.

Ale jak u człowieka i zwierząt, tak i u roślin najważniejszymi wydzielinami są wydzieliny nie stałe lub płynne, lecz lotne; jak u człowieka i zwierząt, tak i u roślin najważniejszą drogą wydzielania jest oddychanie i wyziewanie. Rośliny bowiem również oddychają i to takim samym sposobem, jak zwierzęta, pobierając z powietrza tlen, a wydzielając dwutlenek węgla i parę wodną. To oddychanie odbywa się bezustannie, zarówno w dzień, jak i w nocy, gdyż do oddychania niepotrzebne jest, światło jak do przyswajania. Ponieważ jednak rośliny za dnia na świetle jednocześnie pobierają dwutlenek węgla, a wydzielają tlen, t. j. wykonywają czynność wprost odwrotną aniżeli przy oddychaniu i pobierają przytem tego dwutlenku węgla znacznie więcej, aniżeli wydzielają, przeto w dzień jest oddychanie u roślin zielonych zamaskowane

przez przyswajanie i dlatego trudne do spostrzeżenia; u roślin niezielonych, które nie przyswajają dwutlenku węgla, widać to oddychanie zarówno dobrane w dzień jak w nocy. Dość powiedzieć, że rośliny zielone na słońcu pobierają kwasu węglowego czyli dwutlenku węgla 30 razy więcej, aniżeli go jednocześnie wydzielają; nie dziwnego przeto, że uczeni byli do niedawna nawet przekonani, że rośliny oddychają jak zwierzęta, wydzielając dwutlenek węgla, tylko w nocy, w dzień zaś, odwrotnie, tylko przyswajają kwas węglowy. Tak jednak nie jest; oddychanie i przyswajanie są to dwie różne czynności, z których pierwsze odbywa się bezustannie, drugie tylko na świetle; jakkolwiek w dzień potrzebują rośliny dużo dwutlenku węgla, to jednak gdy tego gazu jest w powietrzu za wiele, rośliny żyć nie mogą, bo wówczas brak im tlenu do oddychania.

Gdybyśmy roślinę otoczyli jakimś innym gazem, czystym azotem, wodorem, lub tylko samym kwasem węglowym, zamarłaby ona wkrótce, została by uduszoną wskutek braku tlenu tak samo, jak uduszonym by zostało zwierzę, któremu byśmy odjęli powietrze. Jeżeli nasiona roślin pomieścimy zbyt głęboko w ziemi, to chociaż będą miały tam pokarm, wodę i odpowiednie ciepło, jednak nie zakielkują, zostaną uduszone z braku powietrza, które daleko w głąb ziemi nie przenika; nasiona bowiem również oddychać muszą. Wiemy już również, że oranie i kopanie ziemi ma właśnie głównie na celu upulchnienie jej i ułatwienie tym sposobem dostępu powietrza, któreby twardej, zbitej ziemi dostatecznie przeniknąć nie mogło. Gdybyśmy kielkujące nasiona po-

mieścili w zamkniętem naczyniu, wkrótce również by zamarły po wyczerpaniu tlenu. Otworzywszy następnie naczynie, przekonaliśmy się mogli, że z powietrza zawartego w niem, znikł wszystek tlen, a pozostał tylko azot i dwutlenek węgla.

Gdybyśmy powtórzyli opisane już raz doświadczenie (str. 226 i zad. 37), dowodzące, że rośliny pobierają na świetle dwutlenek węgla a wydzielają tlen, lecz pozostawili cały przyrząd na noc w ciemnym miejscu, moglibyśmy się przekonać, że w nocy również wydzieli się gaz, lecz w tym gazie nie zapaliłoby się tłące się łuczywo; widocznie rośliny pochłonięły napowrót tlen, a wydzieliły inny gaz, mianowicie dwutlenek węgla.

Z tego wszystkiego widzimy:

1) że rośliny potrzebują do życia powietrza, zawierającego tlen; 2) że one ten tlen w siebie wchłaniają; 3) że natomiast wydzielają dwutlenek węgla.

Przekonano się o tem wieloma innemi ściślejszymi sposobami. Pouczający jest też następujący fakt, wielokrotnie stwierdzony. Wzięto pewną ilość jednokowych zupełnie nasion tej samej wielkości i po zupełnem wysuszeniu zważono je; stąd można było łatwo obliczyć, ile waży średnio jedno suche nasienie. Taką samą ilość podobnych i tejże wielkości, ale świeżych nasion zasiano w ziemi i gdy z nich roślinki wykiełkowały, ukazując pierwsze zielone listki, wyjęto je z ziemi i również całkowicie wysuszone i zważono. Taka młoda roślinka, choć jeszcze mała, jest znacznie większą przeciw od nasienia, z którego wyrosła, zdawałoby się przeto, że jest cięższą; ale tak nie jest, gdyż dopóki roślinka nie rozwinęła

jeszcze choćby pierwszych swych liści, dopóki niema jeszcze należytego zrosłego włośnikami z ziemią korzenia, dopóty, jak wiemy, nie może niczego prócz wody pobierać i przyswajać z otoczenia, a więc po wysuszeniu nie może więcej ważyć od nasienia, z którego wyrosła, co też za pomocą ważenia stwierdzono. Wzrost kiełkującej roślinki odbywa się tylko kosztem pożywienia nagromadzonego już w samym nasieniu. Atoli taka młoda roślinka nie tylko że po wysuszeniu więcej od swego nasienia nie waży, lecz, jak się stale przekonywano, waży nawet znacznie mniej. Widocznie, że nietylko nie pobiera z otoczenia stałych ciał, lecz jeszcze traci, wydziela coś ze swego ciała. I istotnie musi tracić na wadze, gdyż od pierwszej chwili swego istnienia oddycha, wydziela dwutlenek węgla.

Przekonano się, że ilość wydzielonego przez roślinę w pewnym czasie kwasu węglowego, na objętość, jest taka sama, jak ilość pochłoniętego w tymże czasie tleny, z czego wynika, że wydzielany dwutlenek węgla powstaje właśnie z wchłoniętego tlenu, który widocznie łączyć się musi z węglem rośliny, czyli, że oddychanie u roślin odbywa się w taki sam sposób, jak u zwierząt. I nie dziwnego, widzieliśmy bowiem, że rośliny składają się z tych samych ciał głównych, jak i zwierzęta, tlen więc powietrza musi na nie w podobny sposób oddziaływać.

Tylko ciepło przy oddychaniu roślin nie wywiązuje się tak wielkie, jak w ciele niektórych zwierząt i człowieka; ciepłota ciała roślinnego jest niska, nie wyższa od ciepłoty powietrza otaczającego, tak jak ciepłota np. zwierząt zimnokrwistych.

Pochodzi to stąd głównie, że tlen przenika w tkanki roślinne trudniej i wolniej, aniżeli w zwierzęce, oddychanie przeto u roślin przebiega wolniej, i że rośliny mają bardzo wielką powierzchnię w stosunku do masy swego ciała i dlatego ciepło z nich łatwo uchodzi, czyli jak to powiadamy, promieniuje. Ciało zwierząt jest przeważnie mniej lub więcej kuliste czy walcowate, a w takich ciałach masa ciała jest większa znacznie w stosunku do powierzchni, aniżeli u roślin, które są przeważnie spłaszczone, rozgałęzione, a więc mają większą stosunkowo powierzchnię. Dość przypomnieć, że większą część rośliny stanowią liście, a więc narządy cienkie i płaskie, łatwo więc zrozumieć, że całe ciepło z liścia łatwo uchodzić może. Istotnie w kulistych i walcowatych narządach rośliny, jak to widzimy np. w wielu owocach kulistych, ciepłota jest znacznie wyższą, a także w grubych soczystych łodygach usianych kwiatami, jakie widzimy w niektórych roślinach, ciepłota dochodzi do kilku, a nawet do 10 — 14 stopni ponad temperaturę otaczającego powietrza; w kwiatach zaś np. kolokazji (*Colocasia odora*) temperatura wynosi do 20° C. wyżej ciepłoty otoczenia.

Wydzielanie dwutlenku węgla wskutek oddychania odbywa się we wszystkich częściach rośliny, zwłaszcza młodych, nie zdrzewniałych, ani skorkowiałych; oddychają zarówno młode łodygi, wierzchołki wzrostu, liście, kwiaty, owoce i świeże kiełkujące nasiona (tylko suche nasiona nie oddychają), nawet korzenie muszą mieć w ziemi powietrze i wydzielają dwutlenek węgla. Narządy znajdujące się w spokoju, jak pąki, bulwy i t. p. oddychają słabo; młode rosnące części oddychają żywo. Najenergiczniej wy-

dzielają dwutlenek węgla kwiaty, trochę słabiej oddychają liście, a jeszcze słabiej łodygi, korzenie i owoce. Przy wyższej cieplecie otoczenia oddychanie odbywa się szybciej, przy niższej—wolniej, zupełnie tak jak u człowieka i zwierząt. Ustać może oddychanie tylko wówczas, gdy roślina zostanie pozbawiona tlenu; wówczas ustaje też i ruch zarodki w komórkach, ustaje wzrost i inne czynności, nasiona nie kiełkują bez tlenu, a jeżeli przedtem wykiełkowały, zaczynają gnić, pąki przestają się rozwijać.

Póki życie w roślinie trwa, choćby w najwyższej temperaturze, czy na silnym mrozie, oddychanie odbywa się i tylko wraz ze śmiercią rośliny ustaje. Jak widzieliśmy, zielone rośliny inaczej się odżywiają, aniżeli nie zielone, lecz oddychanie odbywa się u wszystkich roślin jednakowo. Ponieważ w ciemności rośliny tylko wydzielają dwutlenek węgla, lecz go nie przyswajają, przeto w nocy, w miejscach gdzie jest wiele roślin nagromadzonych, powietrze jest dość silnie zanieczyszczone dwutlenkiem węgla; z tego powodu nawet przebywanie w nocy w lesie lub w pokoju, w którym jest dużo roślin, jest dla człowieka i zwierząt szkodliwe.

Niektóre rośliny np. pewne bakterye, żyjące na gnijących rybach, mięsie, a nawet w wodzie morskiej (*Bacillus phosphorescens*), pewien gatunek grzyba (*Agaricus melleus*), zwany opienką brzozową, bedłką miodową lub serojeszka, pasorzytujący na drzewach, a także pewien gatunek mechu, zwany świetlanką (*Schistostegia*), rosnący w ciemnych jaskiniach, wydają w nocy słabe światło niebieskawe, podobne do świetelki t. zw. świętojańskich robaczek; to zjawisko nazy-

wamy fosforiscencyą; przypisują je w części również oddychaniu.

Wiemy już, że wydzielanie dwutlenku węgla jest objawem innego jeszcze zjawiska: fermentacyi; ponieważ zaś w każdej niemal żywej komórce rośliny znajdują się fermenty, przeto możnaby przypuścić, że kwas węglowy, wydzielany przez roślinę, jest skutkiem odbywającej się w roślinie fermentacyi. I istotnie przekonano się, że gdy kiełkującą roślinę pozbawimy tlenu, nie odrazu ustaje jej życie; z początku wydziela się dalej dwutlenek węgla, tak jakby roślina jeszcze oddychała, a dopiero po pewnym czasie wskutek braku tlenu roślina zamiera. To samo dzieje się z ziarnokrwistemi zwierzętami, np. z żabami. Ten dwutlenek węgla wydzielający się z rośliny czy zwierzęcia bez działania tlenu, musi pochodzić z fermentacyi, odbywającej się wewnątrz ciała. Cukier np. pod wpływem fermentu zamienia się w roślinie na alkohol i dwutlenek węgla, który właśnie uchodzi przy wydychaniu. To zaś co jeszcze z ciał fermentujących w roślinie pozostaje, np. alkohol, łączy się dopiero z tlenem pobieranym przy wdychaniu. Tlen jest więc potrzebny do utleniania ciał, tworzących się w roślinie wskutek rozkładu fermentacyjnego. Te utlenione ciała prawdopodobnie tworzą po części wydzieliny stałe lub płynne, po części mogą wytworzyć pewne związki (np. aldehyd, p. str. 224), mogące się zgęścić w cukier i skrobię, które podlegają takiej samej fermentacyi i tak ciągle w kółko. Taki sposób oddychania przy pomocy fermentów wewnątrz komórek nazwano oddychaniem wewnętrznem.

W każdym razie, wskutek oddychania, roślina, jak

zwierzę, traci ciągle ze swego ciała pewną część, którą musi odnowić za pomocą odżywiania; ale roślina przyswaja przy odżywianiu zwykle więcej, aniżeli traci przy oddychaniu. Obliczono, że gdy roślina przyswaja dwutlenek węgla z powietrza, to każdy metr kwadratowy powierzchni jej liści wytwarza dziennie około 25 gramów skrobi, traci zaś z nich przez wydychanie tylko 1 gram. Gdy jednak roślina nie przyswaja np. wskutek braku światła, niszczy się jej ciało stopniowo, powoli, i wreszcie roślina ginie. W pewnych warunkach może roślina tylko tyle właśnie przyswajając, ile jednocześnie wydziela, wówczas żyć tak może długo, ale się nie rozwija, narządów nowych nie wydaje, ani istniejących nie powiększa, lub o ile wyda narządy nowe, o tyle traci stare; jednym słowem w rozwoju rośliny następuje zastój. Zachodzi to często w roślinach pokojowych, wskutek niedostatecznej ilości światła, jaką w mieszkaniach znajdują.

Prócz dwutlenku węgla wydzielają zwierzęta przy oddychaniu parę wodną; rośliny wydychają ją również, ale w znacznie większej ilości aniżeli zwierzęta. Całą bowiem prawie wodę, jaką korzeniami pobierają, wydzielają następnie rośliny w postaci pary wodnej, zatrzymując w sobie jako pożywienie tylko niewielką jej część. Największa część wody krąży tylko po całej roślinie, roznosząc rozpuszczony pokarm mineralny i organiczny po wszystkich narządach.

Mówiliśmy już, że cała prawie powierzchnia rośliny pokryta jest warstwą korkową, często też woskiem, chroniąc tym sposobem swoją wodę przed wyparowaniem. Łatwo się przekonać jak prędko wysycha np. ziemniak, gdy zranimy skórę pokrywającą

go, lub gdy go przekroimy; póki zaś jest otoczony skórą całą, która jest właśnie cienką warstwą skórki, pozostaje ciągle soczysty, zawiera znaczną ilość wody, która wyparować nie może. Tak trzymano ziemniaki z nieuszkodzoną skórą w ciepłym pokoju przeszło rok, a jednak niezupełnie jeszcze wyschły. Z tego też powodu, jak każdemu wiadomo, można przechowywać jabłka, i t. p. owoce, przez całą zimę w stanie świeżym, jeżeli nie mają uszkodzonej skórki; przez rany w skórce woda z owocu wysycha (przez te rany także choćby najdrobniejsze, dostają się pleśnie i bakterie z powietrza, wskutek czego owoc zaczyna gnić). Tak samo i w żywej rosnącej roślinie, naskórek otaczający łodygę, gałęzie, liście i t. d., nie przepuszcza wody. Ale gdy woda wsiąkająca w korzenie dojdzie do liści i wypełni je, gdy rozciągnie komórki zamykające szparki w naskórku liścia, wskutek czego te komórki odchylają się od siebie i szparkę otwierają, wówczas część wody może się z liścia wydostać i ulotnić, po czem komórki zamykające znów się zapadają.

Nadmiar wody uchodzi ciągle przez naskórek liścia i zielnych łodyg w miarę potrzeby. Pozostała w roślinie woda, po części łączy się z węglem, który liście przyswajają z powietrza i tworzy wodany węgiel, po części rozpuszcza wytworzony cukier i inne ciała, tworząc sok spływający rurkami sitkowymi i t. d. Na miejsce wody, parującej przez szparki, wsiąka z ziemi świeża woda w korzenie, któraby do rośliny dla braku miejsca wnikać nie mogła, gdyby jednocześnie nie uchodziła woda z liści i nie wytwarzała w roślinie próżni, która znów pod wpływem

ciśnienia zewnętrznego powietrza wypełnia się wodą; tak, że bez parowania wody nastąpiłby zastój w krążeniu soków w roślinie; roślina, pomimo iż miałaby dość wody w ziemi, zginęłaby tak, jak gdyby wody nie miała, bo świeża woda nie przybywałaby. W miarę jak woda z rośliny paruje, sole mineralne z nią razem nie ulatniają się, lecz pozostają w roślinie i wskutek parowania wody gromadzą się w niej coraz bardziej.

To wydzielanie wody, czyli wyziewanie (*transpiratio*) odbywa się w młodych liściach szybciej niż w starszych i im narząd jest starszy tem słabiej wyziewa. Z cienkich liści, rzecz jasna, paruje woda prędzej aniżeli z grubych, to też cienkie liście mogą mieć rośliny, które zawsze obficie w wodę zaopatrzone być mogą. Rośliny rosnące w gorących krajach, gdzie rozpalona ziemia skąpo roślinom wody dostarcza, mają zwykle liście bardzo grube, z których woda trudniej się ulatnia. W takich liściach, tkanki zawierające ciała zieleni, leżą tylko pod powierzchnią liścia, całe zaś wnętrze jego stanowi zbiornik wody. Znane są wszystkim takie grube, soczyste liście agawy, aloesu, które w swej ojczyźnie rosną na rozpalonym gruncie, lub liście naszych rozchodników, rosnących na piaskach, podczas gdy listki mechów np., które rosną zawsze w miejscach wilgotnych, są bardzo cienkie i jak wiemy złożone tylko z jednej tkanki. Grube, soczyste narządy kaktusów, jak również wiemy, nie są liśćmi, lecz łodygami, stanowiącemi takie same zbiorniki wody, bo i kaktusy w swej ojczyźnie skąpo wodę otrzymują.

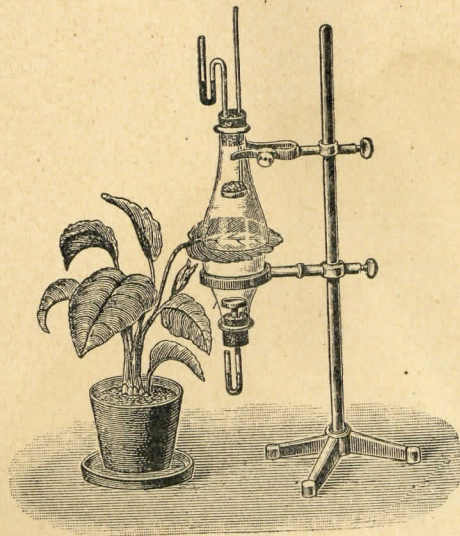
Mogłaby zachodzić obawa, że takie soczyste rośliny

stawałyby się w swej ojczyźnie łatwo pastwą spragnionych zwierząt, którym tam również trudno o wodę, lecz przeciw takiej napaści bronią się soczyste rośliny różnymi sposobami, kaktusy np. swymi kolcami, aloesy—goryczą swego soku i t. d. Korzenie nie są tak, jak liście i łodygi, ochronione od parowania i dlatego gdy wyjmujemy roślinę z korzeniem, narażamy ją na zbyt wielką stratę wody, która na powietrzu paruje przez korzenie, co często pociąga za sobą śmierć rośliny. Z tego powodu należy, przesadzając rośliny, pamiętać o tem i nie pozostawiać wyjętych roślin długo na powietrzu, ani nie dokonywać przesadzania w porze zbyt suchej lub w czasie wiatru. Wody parującej z liści, czy innych narządów rośliny, zwykle nie widzimy, tak jak nie widzimy wody, którą z płuc wydychamy; parę wychodzącą z ust naszych widzimy chyba tylko w zimie, gdy oddychamy w chłodnem powietrzu, lub latem gdy huchniemy na chłodny przedmiot, gdyż wówczas para skrapla się. Tak samo otrzymamy skroploną parę z roślin, przykrywszy je zimnym kloszem. Zresztą gdy w jesieni lub na wiosnę odchyliny liście roślin doniczkowych, przylegające do szyby, spostrzeżemy łatwo, że szyba jest w miejscu, gdzie liście przylegały, wilgotną. W chłodne poranki i wieczory para wydzielana przez liście wnet się skrapla i wówczas widzimy na liściach krople wody, tworzące rosę (niezależnie od tego rosa tworzy się też z pary znajdującej się w powietrzu i osiadającej na chłodnych przedmiotach w postaci kropel). Duże krople wody, ściekające z liści obficie wyziewających, można zobaczyć łatwo na wielu roślinach pielęgnowanych u nas powszechnie po mies-

kaniach, np. na liściach kleśnea czyli obrazkowca, z łacińska zwanego *Arum*, na liściach czerwieni czyli t. zw. kali (*Calla*) i t. d. W dnie ciepłe i suche woda paruje z roślin obficie; im dzień jest chłodniejszy lub im więcej powietrze zawiera w sobie wilgoci, tem rośliny słabiej wyziewają i wydzielona para wnet osiada na liściach jako woda; rośliny wodne lub nad wodami rosnące wyziewają bardzo słabo. W czasie deszczu, gdy powietrze jest przesiąknięte wilgocią, następuje również zastój w parowaniu wody z liści; woda przeto wówczas gromadzi się w roślinie, lodygi z tego powodu sztywnieją i na tem polega ożywienie się roślinności w czasie deszczu, tak zwykle dla nas widoczne. Tak samo wzrostowi roślin w mieszkaniach sprzyja bardzo częste skrapianie ich liści. Tak zawsze woda każda, nie tylko z rośliny wydzielana, paruje tem lepiej, im suchsze jest powietrze; im bardziej zaś jest ono wilgocią przesiąknięte, tem mniej już wody w siebie pobiera. Z tej przyczyny można prawie wszystkie rośliny zmusić do wydawania widocznych kropel wody, postawiwszy je w wilgotnem otoczeniu, do czego wystarcza przykryć roślinę kloszem szklanym (np. odwróconą szklanką), gdyż wówczas woda wydzielona z rośliny pozostaje pod kloszem i nasycza pod nim powietrze, tak że świeża ilość wody wydzielona z liści nie może ulotnić się w postaci pary i ścieka z liści kropkami. Z roślinami trudniej wyziewającymi udaje się to doświadczenie dopiero po oblanu ziemi obficie wodą ciepłą. Świeża sztywna lodyga po zerwaniu staje się wnet wiotką, gdyż wyziewa dalej, tem bardziej, że i przez ranę woda uchodzi, a natomiast

wody nie pobiera; tak samo tracą na sztywności i żywe rosnące pędy, gdy przypływ wody do nich ustaje, a gdy brak ten wody trwa przez czas dłuższy następuje zupełny uwiąd i śmierć rośliny. Można łatwo obliczyć, ile wody wydzieliła się w pewnym czasie z powierzchni liścia, oderwawszy go, zważywszy zaraz po oderwaniu, a następnie znów ważąc po pewnym czasie. Można to samo zrobić z całą żywą rośliną, postawiwszy ją z doniczką na jednej szalce wagi, a na drugiej szalce położwszy ciężarki do zrównoważenia wagi. Im dłużej roślina na wadze stoi, tem staje się lżejszą; szalka z doniczką podnosi się w górę. W tym razie dzieje się to nie tylko wskutek parowania liści, lecz i parowania wody z ziemi doniczki; jeżeli więc chcemy dojść, ile sama

roślina bez ziemi na wadze traci, należałoby wziąć roślinę nie w zwykłej doniczce, lecz w naczyniu szklanem, lub innem nie przesiąkliwym, np. w skrzynce metalicznej i zwierzechu przykryć naczynie przy-



rys. 133.

krywką, zostawiwszy tylko otwór dla łądygi. Jeżeli chodzi o to, aby zupełnie ściśle oznaczyć, ile wody wydziela się z pewnej powierzchni liścia, postępują w inny sposób: Część liścia zamykają pomiędzy dwa naczynia (rys. 133), nie odrywając go od rośliny i smarują brzegi obu naczyń tłuszczem, aby lepiej przylegały i aby para wodna nie przedostawała się na zewnątrz; nie należy tylko zbyt mocno przyciskać naczyń do liścia. W obu naczyniach pomieszczają uprzednio małe miseczki z ciałem pochłaniającem wilgoć, np. z palonem wapnem lub kwasem siarczanym, dokładnie odważone. Po upływie pewnego czasu wyjmują miseczki i ważą je ponownie; będą one o tyle cięższe, ile waży woda wydzielona z obu powierzchni części liścia zamkniętej pomiędzy naczyniami, gdyż całą tę wodę pochłoniął kwas siarczany, czy też wapno, pomieszczone w miseczkach. Jeżeli ta część liścia miała np. 1 cal kwadratowy powierzchni, to obliczywszy ile cali kwadratowych ma cały liść, lub wszystkie liście tej rośliny, obliczyć możemy, ile cały liść lub cała roślina wydziela wody w tym samym czasie. Przekonano się, że średniej wielkości drzewo wydziela w ciągu doby około 20 funtów wody. Nasze drzewa liściaste, jak lipa, brzoza, jesion, wyziewają w ciągu doby taką ilość wody na wagę, że ona przewyższa ciężar wszystkich liści tego drzewa; dąb i klon wypacają tylko połowę, a sosna i jodła tylko $\frac{1}{6}$ część wagi swych liści, tak że drzewa iglaste w ciągu tygodnia dopiero wyziewają wody tyle, ile liściaste w ciągu doby. Jeden łokieć kwadratowy łąki lub trawnika wyziewa w ciągu doby 5 funtów wody; z tego łatwo obliczyć, że 1 mórg

łąki, który ma 16,000 łokci kwadratowych wydziela 80,000 funtów pary wodnej dziennie, a ponieważ łąki są u nas pokryte trawą przez 4 miesiące w roku czyli przez 120 dni, przeto w ciągu lata wypaca każdy mórg łąki około 9,000,000 funtów wody. Woda parująca musi zabierać z otoczenia ciepło, gdyż bez ciepła nie parowałaby, musi więc oziębiać powietrze dokoła siebie; to też w wielkich lasach, lub w bliskości obszernych pól jest zawsze chłodniej, aniżeli w miejscowościach, gdzie niema wielkiego nagromadzenia roślin, np. na gruntach piaszczystych, lub w miejscach zamieszkałych przez większą ludność. Zimą woda parująca przez otwory w korze drzewa przypyływa do kory z drewna; dla tego w końcu zimy zawierają drzewa znacznie mniej wody aniżeli w początku; z tego wynika, że drzewo rąbane na budulec, który winien być suchy, aby potem w budowlu się nie zsychał, nie pękał, nie wypaczał i nie gnił, winno być rąbane w końcu zimy. Zauważyć jeszcze należy, że wypacanie tak ogromnych ilości wody, odbywające się kosztem ciepła rośliny, jest także jedną z przyczyn tego, że w roślinie nie postrzegamy tak wysokiej temperatury wskutek oddychania, jak u zwierząt.

Zadanie 46. Powtórz doświadczenie, podane w zadaniu 37, ale postaw przyrząd ze świeżą rośliną na noc w ciemnym miejscu; przekonaj się, że w nocy również wydziela się gaz; spróbuj czy gaz ten jest tlenem?

Zadanie 47. Weź naczynie z dobrze przystającą przykrywką, wstaw w nie zapaloną świecę, aby się przekonać że ona w naczyniu palić się będzie (w naczyniu jest bowiem teraz zwykle jeszcze powietrze, zawierające tlen); wyjawszy świecę, napelnij naczynie do połowy wilgotnemi kielkujące-

mi nasionami lub innemi roślinami i zamknąwszy je odstaw na 10 godzin, poczem zapaliwszy świecę i otworzywszy ostrożnie naczynie, wstaw prędko świecę do naczynia; dla czego świeca teraz gaśnie?

Zadanie 48. Napełnij naczynie, np. butelkę do połowy lub lejek (rys. 134 r), kielkującymi nasionami, które zlejnię wodą; wstaw następnie do tych nasion termometr (rys. 134 t) tak, aby cała kulka jego była pogrążona głęboko w nasionach, a rurka wystawała pionowo; dokoła ciepłomierza ugnieć trochę nasiona i zatkać otwór naczynia zlekką watą (w), (oprócz tego zwykle umieszczają i potaż l rozpuszczony w wodzie); obok tego naczynia zawieś w powietrzu inny ciepłomierz i porównywał wskazania obu termometrów przez kilka dni, notując spostrzeżone liczby co 3 godziny (nie otwierając naczynia z nasionami); który ciepłomierz wykazuje wyższą ciepłotę i dla czego?



rys. 134.

Zadanie 49. Weź dwa świeże ziemniaki, w jednym ponacinaj skórkę i oba odłóż na kilka dni; który prędzej się zeschnie i dla czego?

Zadanie 50. Przykryj młodą roślinkę, wyrosłą w doniczce szklanką, odwróconą dnem ku górze, oblawszy ziemię letnią wodą i zauważ ściekanie kropel wody z liści.

Zadanie 51. Przykryj roślinę zimnym, ale suchym kłosem i przekonaj się, czy na nim osiada para wodna.

Zadanie 52. Zważ świeżo oderwany liść i przekonaj się ile on straci na wadze w ciągu 1-ej, ile w ciągu 2-ej, w ciągu 3-ej i t. d. godziny.

XVIII. Wzrost i jego przyczyny. Sposoby mierzenia szybkości wzrostu roślin.

Przejdziemy teraz do innego ciekawego u roślin zjawiska, do wzrostu. Roślina rośnie (i dlatego się też rośliną nazywa), t. j. powiększa się coraz bardziej, wydaje coraz nowe części, rozwija się i przekształca coraz lepiej. Jest to zjawisko, które się nam najbardziej w roślinie rzuca w oczy. Co rok na wiosnę obserwujemy wszyscy z wielkim zaciekawieniem ożywienie się roślinności, którego z niecierpliwością przez długie tygodnie przedtem wyczekujemy. Wprawdzie według kalendarza dawno powinna była nastąpić wiosna, ale tym razem jak i zawsze kalendarz nas zwiódł; przez kilka tygodni potem jeszcze trwały chłody i przymrozki, wiały wschodnie i północne wiatry; łąki, pola i lasy leżały martwe, nie zapowiadając żadnego ożywienia. Ale oto pierwszy ciepły deszcz, pierwsze dni jasne, a zwłaszcza ciepłe wilgotne noce, odrazu zmieniły postać rzeczy, ubrały powierzchnię ziemi w zieleniejącą szatę, a serca nasze napełniły otuchą, dając widoczny dowód, że wiosna po długiem oczekiwaniu nareszcie istotnie zawitała. Jak za dotknięciem różdżki czarodziejskiej wyrzwały z ziemi zielone kielki, zjawiające się teraz z dniem każdym coraz obficie i coraz szybciej się rozwijające. Pąki drzew i krzewów pootwierały się i z wnętrza zaczynają już wyglądać końce zielonawych, zwiniętych jeszcze i pomarszczonych listków. Gdzieniegdzie z leszczyny, wierzby i topoli poczy-

nają zwieszać się długie, miękkie baze, a wśród wyrastającej już trawy po błotach i gajach ukazują się białe kwiatki śnieżyc i sasanek, żółte, na długich łodyżkach z brunatnymi łuskami, kwiaty podbiału lub niebieskie przylaszczki, które kupujemy na ulicach pod fałszywą nazwą fijołków. Teraz ziemia i drzewa zupełnie już zazieleniały; liście przez noc każda niemal w oczach rosną. Dlaczego rosną? Co to jest wzrost? Zdawałoby się, że wzrost jest prostym skutkiem odżywiania, że gdy rośliny przyswajają więcej pokarmu, aniżeli go wydzielają, musi się w nich nagromadzać pobrany materiał, który powiększa ich objętość. Ale tak nie jest, gdyż: 1) wzrost nie polega przecież tylko na powiększaniu się objętości rośliny, lecz i na rozwijaniu się jej kształtów i budowy, na wydawaniu coraz liczniejszych organów, których przedtem wcale nie było, co zwłaszcza dla roślin jest bardzo wybitną cechą, która u zwierząt tak wyraźnie nie występuje; 2) wzrost trwa u roślin i u zwierząt do pewnego czasu, potem ustaje, choć roślina żywi się dalej; 3) jedne części roślin rosną bardzo szybko, inne bardzo wolno lub wcale, choć wszystkie otrzymują pożywienie; 4) roślina może rosnać w czasie, w którym się wcale nie odżywia, np. w nocy lub w ciemności, a nawet głównie, jak się przekonano, właśnie w nocy rośliny rosną, choć odżywiają się tylko w dzień, bo przecież do odżywiania potrzebne jest światło; 5) rośliny rosną nie tylko wówczas, gdy się nie odżywiają, ale nawet gdy jednocześnie tracą na wadze, jak to mówiliśmy w poprzednim rozdziale (str. 282); 6) narządy pobierające pożywienie, korzenie i liście, rosną same wolno,

wierzchołki łodyg, które otrzymują pokarm z innych organów, rosną szybko; 7) gdybyśmy przyjęli, że rośliny rosną tylko skutkiem odżywiania, nie umielibyśmy wytłumaczyć, dlaczego wzrost odbywa się w pewnych porach, np. na wiosnę szybciej, w innych wolniej, dlaczego jedne części rosną zawsze w innym kierunku, aniżeli drugie, np. pędy ku górze, korzenie zawsze ku dołowi, nie umielibyśmy wyjaśnić i wielu innych zjawisk wzrostu.

Z tego wszystkiego widzimy, że wzrost nie stanowi bynajmniej tak prostego zjawiska, jak to się na pozór wydaje, lecz że jest to zjawisko bardzo złożone, na które składa się wiele przyczyn. Przede wszystkim widzimy, że wzrost rośliny polega po części na powiększaniu się jej wymiarów, jej objętości, z drugiej znów strony i na rozwijaniu się coraz dalszym jej części oddzielnych, wykształcających się w osobne narządy.

Pierwsze z tych zjawisk, t. j. powiększanie się całej rośliny, jest zbadane dobrze i przyczynę tego znamy, lecz drugiego zjawiska nie umiemy sobie dobrze jeszcze wyjaśnić. W młodocianej roślince, kielkującej z nasienia, wszystkie części są jeszcze zdolne do wzrostu, cała roślinka rośnie, ale w rozwiniętej już roślinie tylko niektóre części, t. zw. wierzchołki wzrostu, a więc koniuszeczki korzenia, łodyg i gałązek, osie pąków, nasady liści i warstwa twórcza naszych pni drzewnych, złożone są z komórek zdolnych do wzrostu, pozostałe części nie powiększają już swej objętości, nie rozwijają się dalej. Część rosnąca łodyg jest znacznie większą aniżeli korzeni, w których tylko mała cząstka kilka milimetrów dłu-

gości mająca, pomiędzy włóśnikami i czapeczką wydłużać się może, podczas gdy w łodygach niekiedy kilka nawet górnych międzywęźli wciąż się wydłuża.

Jeżeli jakaś część rośliny powiększa się, mnoży się też w niej i ilość komórek, z których się składa, wiemy bowiem, że każda komórka młodocianych narządów rośnie do pewnej objętości, a następnie dzieli się na dwie komórki, z których każda, rosnąc dalej, znów się dzieli i t. d. Z tego możnaby było wyprowadzić mylny wniosek, że wzrost polega na mnożeniu się komórek w roślinie. Tak nie jest; wskutek tego bowiem, że komórki się dzielą, nie powiększa się wcale objętość narządu, zupełnie tak samo, jak mieszkanie złożone np. z pięciu pokoiów, nie powiększy się, jeżeli każdy pokój przegrodzimy przepierzeniami na 4 mniejsze pokoje; będzie wtedy tylko 4 razy więcej pokoiów, ale objętość mieszkania pozostanie taka sama. Tylko wzrost komórek pociąga za sobą wzrost całej rośliny, lecz nie ich dzielenie się. W niektórych roślinach, części, które już dawno wzrost swój zakończyły, składają się z komórek, które się jednak dalej dzielą, ale po podzieleniu nie powiększają się, a więc pomimo ciągłego mnożenia się w nich komórek te części wcale nie rosną.

Wzrost więc rośliny, lub jakiejś jej części, wynika przedewszystkiem z wzrostu jej komórek. Na czem polega wzrost komórki, to już poniekąd wiemy. Po części, choć w bardzo małym stopniu, możnaby to przypisać temu, że komórka się odżywia, każda jej część powiększa się przez to, gdyż nowo wytworzone z pokarmu cząstki wciskają się pomiędzy dawne cząstki zarodki, skrobi, ścianki komórkowej i innych

części komórki. Taki wzrost, właściwy wszystkim ciałom organicznym, nazywamy wzrostem przez wnikanie (intususceptio).

Zważywszy, że jednocześnie odbywa się wydzielanie, że wzrost ścianki komórkowej odbywa się na grubość ku wnętrzu komórki, zrozumiemy, że wskutek tego wnikania nie mogłoby nastąpić znaczne powiększenie się komórki.

Po części możnaby wzrost komórki przypisać i temu, że woda wsiąkająca do komórki wciska się pomiędzy małe cząstki zarodki, skrobi, gumy, ścianek komórkowych i otacza je dokoła, tak że każda mała cząstka ciała organicznego w żywej komórce otoczona jest warstewką wody; w miarę jak woda do komórki wsiąka, warstewka taka dokoła każdej cząstki powiększa się do pewnego stopnia i rozsuwa te cząsteczki, wskutek czego każda część komórki powiększa się; zbyt silnie jednak cząstki oddalić się nie mogą, gdyż wzajemnie się jednak przyciągają. Takie cząstki otoczone warstewką wody nazywamy micellami; są one jednak tak drobne, że nawet przy pomocy szkieł powiększających nie są widzialne. To wsiąkanie wody pomiędzy micelle nazywamy napawaniem (imbibitio); niektóre ciała organiczne mają własność bardzo silnego nasiąkania wodą, przyczem znacznie objętość swą zwiększają; takie silne napawanie nazywamy pęcznieniem.

Obie te przyczyny t. j. wnikanie i napawanie, mogące wpłynąć na powiększenie się komórki, nie mogą jednak objaśnić tak silnego wzrostu komórek, jaki w rzeczywistości widzimy. Bo też wzrost komórki zależy od innej i to bardzo prostej przyczyny,

mianowicie od tego, że woda, wsiąkająca w komórkę, wypełnia ją całkowicie i rozciąga jej ścianki. Tylko drobna cząstka tej wody idzie na odżywienie części komórki przez wnikanie lub na napawanie, cała zaś masa wsiąkającej wody wprost gromadzi się w wolnych miejscach komórek, pomiędzy zarodnią, nie zespalaając się wcale z żadnymi ciałami w komórce.

Te miejsca w protoplazmie wypełnione wodą nazywamy wodniczkami (*vacuolae*); w miarę jak woda do komórki wsiąka, a wsiąka bezustannie, wodniczki te ciągle się powiększają, aż wreszcie zajmują największą w komórce przestrzeń (rys. 6 c). Jakkolwiek cała komórka jest już wodą i innymi ciałami wypełniona, woda jednak wciąż dalej wsiąka do młodych komórek, a nie mogąc się w nich pomieścić rozciąga ścianki, przez co cała komórka się powiększa, ścianki bowiem młodych komórek są bardzo rozciągliwe. Zupełnie jak gumowy balonik dziecinny zakończony piszczalką silnie się nadyma, gdy weń wdmuchujemy powietrze, tak rozdymają się komórki pąków i młodych narządów rośliny, gdy na wiosnę świeża woda obficie wpływa w roślinę, przesiąka do wszystkich komórek, wypełnia je i rozciąga ich ścianki. Obliczono, że woda ciągle wsiąkająca w młode komórki, ciśnie często na ich ścianki z taką siłą, z jaką cisnąłby słup rtęci, umieszczony na każdej ścianie, wysoki na 7 łokci a tak szeroki jak rozciągnięta ścianka komórki.

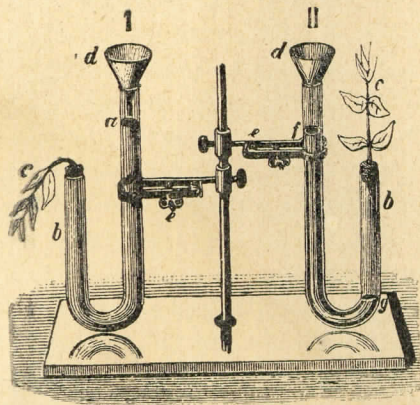
Tę siłę ciśnienia wody na ścianki komórek nazywamy naprężeniem (*turgescens*) ścianek. To naprężenie jest właśnie najważniejszą przyczyną wzro-

stu komórki, a tem samem i wzrostu całej rośliny, można nawet powiedzieć, że jest przyczyną jedyną, gdyż i wzrost ścianki na grubość przez wnikanie t. j. wsuwanie się nowowytworzonych cząstek pomiędzy dawniejsze, nie mógłby nastąpić, gdyby ścianka nie była silnie rozciągnięta.

Ale dlaczego to woda wciąż bezustannie wsiąka w młode komórki, pomimo, iż one są już nią wypełnione? Przekonano się, że wodę przyciągają ciała, znajdujące się wewnątrz komórki, zwłaszcza sole mineralne i organiczne, kwasy, a po części białko, guma, cukier i t. d. Tak silnie może jednak woda wsiąkać tylko w młode komórki, otoczone jeszcze cienką ścianką, nie zdrzewniałą, ani skorkowaciałą, gdyż tylko taka młoda, cienka ścianka łatwo wodę przepuszcza. Młodociana roślina, kiełkująca z nasienia, jest cała złożona jeszcze z takich młodych komórek, dlatego też wszystkie jej części jeszcze rosną. Wiemy, że taka roślina po wysuszeniu waży mniej od nasienia, z którego wyrosła; lecz gdybyśmy ją zważyli w stanie świeżym, nie susząc, przekonalibyśmy się, że waży daleko więcej od swego nasienia, to znaczy, że cała różnica pomiędzy wielkością nasienia i roślinki, która z niego wykiełkowała, pochodzi tylko z wody, wsiąkającej z ziemi do rośliny. Gdybyśmy taką roślinkę świeżą zważyli, następnie ją wysuszyli i powtórnie zważyli, przekonalibyśmy się, że zawierała w sobie około 95—96% wody; teraz łatwo zrozumieć, że woda wsiąkająca stanowi istotną przyczynę wzrostu rośliny. Z tego samego powodu rosną wierzchołki wzrostu rośliny dojrzalej. Woda wsiąkająca wypręża młode części

roślin i utrzymuje je w stanie sztywności, coraz nowe ilości wsiąkającej wody rozciągają je coraz bardziej, wszystkie młode komórki powiększają się przez to i to stanowi wzrost rośliny.

Można wykonać następujące doświadczenie, ilustrujące to zjawisko: Wziąwszy świeżą gałązkę drzewa zdejmijmy pierścień kory z dolnego końca, gdy gałązka nieco przywiednie, obnażony ten koniec



rys. 135.

wstawmy szczelnie w otwór korka wsadzzonego na koniec krótszej części zgiętej rurki szklanej (jak wskazuje rys. 135 I, b); w drugi koniec rurki wlemy przez lejek wodę. Jeżeli gałązka niezupełnie wyschła, to wkrótce prostuje się, sztywnieje i wygląda jak świeża (rys. 135,

II c); jeżeli zaś zanadto zwiędła dolewamy przez lejek rtęci, która swym ciężarem ciśnie na wodę i wtłacza ją silnie w roślinę, w której powoduje naprężenie. Gdybyśmy z dolnego końca gałązki usunęli, przeciwnie, drewno, a pozostawili korę i tylko ten koniec z korą przez korek do wody w rurce wstawili, to gałązka pozostanie wiotką i nie wyprostuje się, choćbyśmy jaknajwięcej rtęci doleli (rys. 135, I c).

Komórki rosną tylko dopóty, dopóki są w stanie naprężenia, gdy naprężenie czyli ciśnienie wody ustaje, ustaje i wzrost. Jakkolwiek ścianki komórek są ciągliwe, lecz gdyby były bezustannie coraz więcej rozciągane, musiałyby wreszcie pęknąć, tak samo jak i najelastyczniejsza guma przerwać się ostatecznie musi, gdy ją zbyt silnie rozciągniemy. Jednakże w miarę jak ścianki się rozciągają wskutek naprężenia, jednocześnie grubieją przez wnikanie nowych cząstek; im grubsza zaś jest warstwa elastycznego ciała, tem silniejszy stawia opór rozciąganiu. W miarę więc jak ścianki komórek przez odżywianie grubieją, stają się one coraz mniej ciągliwe, tak, że wreszcie następuje chwila, gdy wsiąkająca woda już nie jest w stanie tak grubej ścianki rozciągnąć, dalsze wsiąkanie przeto ustać musi i wzrost komórek się kończy. Jeżeli nie cała ścianka wszędzie jednakowo zgrubiała, tak, że w pewnym miejscu jest cieńsza, wówczas to miejsce słabsze dalej się rozciąga, komórka się wydłuża w jednym tylko kierunku i przyjmuje kształt podługowaty; jeżeli takich punktów słabszych jest kilka, wówczas komórka się rozgałęzia lub przyjmuje inną postać.

Widzimy, że przyczyny wzrostu komórki, przyczyny zakończenia tego wzrostu i przyczyny różnych postaci, jakie rosnąca komórka przybiera są bardzo proste; jedyną przyczynę tych wszystkich zjawisk stanowi tylko wsiąkanie wody. Komórka, która doszła już do pewnej objętości, przestaje rosnąć z wzmiankowanych już powodów i wówczas poczyną się rozmnażać, t. j. dzielić z początku na dwie części, potem na 4, dalej na 8, 16, 32 i t. d., a każda z tych

nowopowstałych komórek znów rośnie z tej samej przyczyny i dochodzi do takiej samej mniej więcej objętości, do jakiej doszła roślina macierzysta, gdyż składa się z tych samych co i macierzysta materiałów, tak samo się odżywiających, a więc musi mniej więcej w tym samym czasie zgrubieć do tego stopnia, iż dalej rosnąć nie może (choć zwykle przypisują to sile dziedziczności). Wreszcie poczynają ścianki komórek drzewnieć lub korkowacieć, wskutek czego tak wzrost, jak i podział czyli przewężanie, w nich ustaje.

Cała roślina, nawet w częściach, które wzrost swój zakończyły, przesiąknięta jest wodą, która tak silnie napawa wszystkie części komórek, iż z wielką trudnością tylko można tę wodę z roślin wydobyć. Wiadomo np. że cukier wyrabiają u nas w cukrowniach z białych buraków cukrowych, które krają na cienkie kawałki, i z tej t. zw. „krajanki” wyciskają sok, t. j. wodę zawierającą właśnie cukier i inne ciała, podając krajankę w wielkich prasach ogromnie silnemu ciśnieniu, aby o ile możności cały sok wycisnąć. Istotnie, po wyciśnięciu soku pozostaje sucha krajanka, czyli t. zw. „wytłoki”, które tak na oko jak i w dotknięciu wydają się najzupełniej suchemi. W żaden sposób nie jesteśmy w stanie odczuć zmysłami wprost w tych wytłokach choćby odrobiny wilgoci. A jednak przez wyparowanie przekonano się, że $\frac{2}{3}$ wagi wytłoków stanowi woda; wypada z tego, że pomimo najdokładniejszego wyciśnięcia wody, pozostała jeszcze w wytłokach $\frac{1}{5}$ część na wagę całej wody jaka pierwotnie w buraku się znajdowała. Tak w każdej roślinie wszystkie części są wodą przesycone.

Jednakże nie wszystkie części zawierają wody jednakową ilość, bo jak z tego, co powyżej powiedziano wynika, młode, rosnące narządy zawierają jej więcej, aniżeli stare, zdrzewniałe, które wzrost swój zakończyły. Taka młoda rosnąca część, która, jak wiemy, w korzeniu jest bardzo krótka, lecz w łodydze zajmuje nieraz kilka międzywęźli, a nawet w młodych pędach i całą długość łodygi, lubo zawiera więcej wody aniżeli części stare, nie rosnące, jednak ma tę wodę rozmieszczoną w sobie nie jednostajnie.

Rzecz dziwna, że w takiej młodej części np. w wierzchołku wzrostu sam koniuszeczek, t. j. ostatnie komórki zawierają wody mniej, inne dalej leżące komórki zawierają wody tem więcej, im dalej leżą, lecz tylko do pewnego miejsca, w którym znajdujemy wody najwięcej; idąc coraz dalej od tego miejsca znajdujemy komórki napężone coraz mniejszą ilością wody, aż wreszcie dochodzimy do takiego miejsca, od którego począwszy jest już w całym narządzie mniej więcej jednakowa ilość wody. Komórki zawierające najwięcej wody, a więc najszybciej rosnące, choć nie leżą nigdy w samym koniuszczku wierzchołka wzrostu, znajdują się jednak zawsze blisko pod nim. Sam koniuszeczek korzenia czy łodygi lub gałązki nie rośnie wcale i jest tylko naprzód posuwany przez następną część, leżącą pod nim i rosnącą. Przekonano się o tem z jednej strony, badając ilość wody w każdej części wierzchołka wzrostu, z drugiej zaś mierząc dokładnie szybkość, z jaką każda część rośnie.

To mierzenie szybkości wzrostu dokonywa się bardzo łatwym sposobem. Na koniuszczku korzenia rysujemy pę-

dzelkiem umaczanym w tuszu poprzeczne kreseczki w jednakowych odstępach, np. w odległości 1 milimetra jedna od drugiej; po upływie np. doby mierzymy powtórnie odległość kreseczek i przekonywamy się o ile każda część taka korzenia wyrosła. Tak np. zaznaczono na korzeniu pewnej rośliny 10 takich części, począwszy od samego koniuszczka, w odstępach po 1 milimetrze i gdy po upływie doby zmierzono te części ponownie, okazało się, że 1-sza część powiększyła się o 1,5 milim., 2-ga za nią o 5,8 milim., trzecia o 8,2, następne jednak słabiej urosły, gdyż czwarta powiększyła się tylko o 3,5, piąta o 1,6 milim. i t. d., aż wreszcie ostatnia, t. j. dziesiąta wcale się nie powiększyła. Z tego wynika, że najsilniej rosła trzecia część t. j. że najszybszy wzrost korzenia odbywa się w odległości mniej więcej 2—3 milimetrów od koniuszczka.

Gdy tak samo wymierzono szybkość wzrostu w łodydze (na łodydze można robić znaczki w znaczniejszych odstępach, np. po 3 lub 4 milim. odległości, a nawet posilkoować się naturalnymi znaczkami, np. węzłami), przekonano się, że najszybszy wzrost odbywa się w odległości mniej więcej 12—15 milimetrów od wierzchołka. Długość rosnącej części w korzeniu musi być bardzo krótka dla tego, że korzeń musi z siłą wbijać się w twardą ziemię, cała siła popychająca korzeń musi się więc skupiać pod jego koniuszczkiem, gdyż inaczej korzeń by się tylko zgiął tak jak np. zginają się długie a cienkie gwoździe, które wbijamy w ścianę; tak i łopatę łatwiej wsadzimy w ziemię, naciskając ją nogą blisko końca, który ma w ziemię wejść, aniżeli popychając tylko drugi koniec rękojeści, odległy od ziemi.

Korzeń (najlepiej korzonek kiełkującego nasienia), którego wzrost mierzyć chcemy, musi być, rozumie się, zawieszony w wodzie (jak wskazuje rys. 136). Gdy zauważymy sobie jakąś część szybko rosnącą i będziemy wzrost jej mierzyli codziennie, przekonamy się, że wkrótce szybkość jej wzrostu poczyni słabnąć, aż wreszcie zupełnie ustanie; część ta zakończyła swój wzrost, za to inne leżące za nią bliżej wierzchołka części rosną teraz szybciej, aż do czasu,

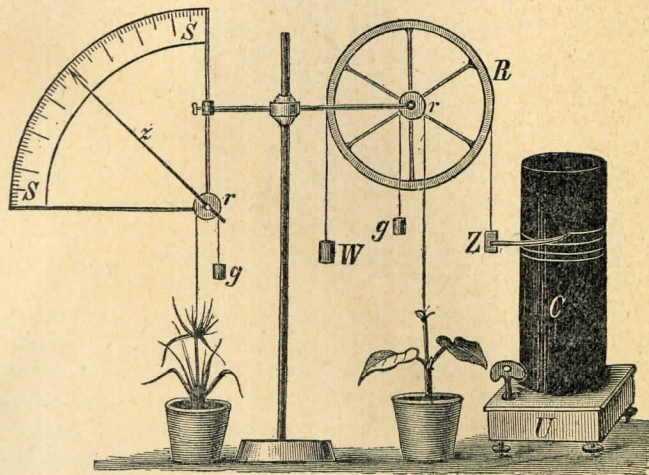
gdy znów ich wzrost się skończy i t. d.; ciągle rosną tylko górne t. j. końcowe części, a dalsze, które poprzednio były końcowymi, rosnąć przestają. Gdybyśmy np. przy końcu wierzchołka wzrostu łodygi zaznaczyli sobie tuszem dwiema poprzecznymi kreskami w odległości 1 milim. pierścień, którego szerokość codziennie byśmy mierzyli, zobaczylibyśmy, że po upływie doby część ta powiększyła się np. o 2 milimetry, w ciągu 2-ej doby urosła np. o 4 milim., czyli że w ciągu drugiej doby rosła szybciej aniżeli w pierwszej, po upływie 3-ej doby powiększy się np. aż o 17 milim., a następnie w 4 lub 5-m dniu szybkość wzrostu tej części poczyni słabnąć, aż wreszcie po upływie 8—10 dni zupełnie rosnąć przestanie; z chwilą gdy wzrost tej części poczyni się zmniejszać, inna nad nią leżąca część zacznie rosnąć coraz szybciej w tej samej mniej więcej kolej. Rzecz jasna, że powyższe liczby podajemy tylko dla objaśnienia i że w każdej roślinie, a także w każdej porze roku i w każdej miejscowości będą one nieco inne; te liczby są jednak wzięte z rzeczywistego przykładu.



rys. 136.

Do mierzenia szybkości wzrostu całej rośliny służą bardzo proste przyrządy, które bardzo łatwo samemu sobie sporządzić. Wykrój z deseczki niewielkie kółko (użyć można np. drewnianego guzika lub t. p.) i brzeg wytnij w kształcie rowka, tak aby można było dokoła brzegu kółka założyć nitkę, na jednym końcu której zawieszamy mały ciężarek, a na drugim szpilkę zgiętą w haczyk; ostry koniec haczyka wsadzamy w wierzchołek rośliny, której wzrost mierzyć chcemy. Przez środek kółka winna przechodzić mocno osadzona oś (patyczek), której dwa końce zawieszamy albo opieramy na stałej podstawie (rys. 137). Cały przyrząd jest więc po prostu małym bloczkiem; na osi tego bloczka przytwierdzamy cienką i lekką strzałkę, wyciętą np. z papieru lub słomy. W miarę jak roślina rośnie, posuwa ona i wsadzony w nią haczyk, a przeciwwaga na drugim końcu niteczki zawieszona pociąga niteczkę i porusza kółko. O ile roślina podrośnie o tyle obróci się kółko, a wraz z niem i strzałka. Aby le-

piej ten ruch strzałki zobaczyć robimy ją kilka razy dłuższą od promienia kółka; jeżeli ją jednak zrobimy np. 5 razy dłuższą od promienia kółka, to koniec jej posunie się na 5 razy większą przestrzeń, aniżeli roślina wyrosła; jeżeli będzie 7 razy dłuższą przejdzie też 7 razy większą przestrzeń i t. d., chcąc się więc dowiedzieć, o ile rzeczywiście roślina ta w ciągu tego czasu wyrosła, należy przestrzeń, na jaką przesunie się strzałka zmniejszyć sobie tyle razy ile razy strzałka jest dłuższa od promienia kółka. Przyrząd taki nazywamy *wzrostomierzem* (auxanometr). Na rys. 137 obok zwyczajnego (na lewo) przedstawiono też i auxanometr samopiszący (z prawej strony rysunku).



rys. 137.

Mierzac wzrost roślin, możemy się przekonać, że najszybciej odbywa się on w godzinach wieczornych i nocnych, nad ranem zaś słabnie, w południe jest najslabszy. Pora roku również na wzrost wpływa; najszybciej odbywa się na wiosnę, latem znów słabiej, a zima u nas rośliny nierosną wcale. Wszystko

to, wynika z tego, że tem lepiej rosną rośliny, im więcej wsiąka w nie wody i im mniej jednocześnie wody z nich przez wyziewanie paruje.

Teraz rozumiemy dlaczego rośliny rosną najlepiej w nocy, gdy woda w nie wsiąkać może, lecz nie ma słońca, któreby im wodę wyparowywało, a powietrze jest przesiąknięte wilgocią, co również utrudnia wyziewanie i dla czego na wiosnę pąki drzew, kłącza, cebule w ciągu kilku dni się rozwijają, gdy obficie przyplływająca woda rozdyma ich komórki, jak wdmuchiwanie powietrze rozdyma baloniki lub bańki mydlane.

Zadanie 53. Wiecie, że sól jest ciałem hygroskopijnem, t. j., że chciwie wciąga w siebie wodę z otoczenia. Zetnijcie świeżo rosnącą, zieloną lodygę, zmierzcie jej długość i grubość dokładnie i włóżcie ją na kilka godzin do mocnego roztworu soli kuchennej; wyjmawszy, zmierzcie ją ponownie i objaśnijcie, dlaczego się skurczyła. Włóżcie ją potem do świeżej wody na kilka godzin, poczem ponownie ją zmierzcie. Od czego zależy wzrost roślin?

Zadanie 54. Weźcie 10 ziarn grochu i wysuszczone je całkowicie w gorącym piecu, zachowując ostrożność, aby się nie przypaliły, zważcie je i zanotujcie ich ciężar. Zasadźcie w ziemię 10 takiej samej wielkości świeżych ziarn grochu, oblewając ziemię wodą w miarę potrzeby; gdy nasiona te wykiełkują tak, że zaczną się ukazywać pierwsze zielone cienkie listki, wyjmijcie wszystkie rośliny ostrożnie i opłukawszy w wodzie z przylegającej ziemi, obetrzyjcie zlekka chustką, zważcie je i zanotujcie sobie ich wagę; następnie wszystkie 10 roślinek wysuszczone zupełnie, tak jak poprzednio nasiona i znowu zważcie. Teraz obliczcie i zanotujcie: 1) o ile świeże ziarna są średnio cięższe od suchych? Z czego to pochodzi? 2) o ile świeże młode roślinki są średnio cięższe od suchych. Dlaczego? 3) o ile świeże roślinki przez wysuszenie się skurczyły? 4) o ile świeże roślinki są średnio cięższe od ich suchych nasion?

5) o ile wysuszone roślinki są średnio cięższe lub lżejsze od suchych nasion? Skąd to pochodzi?

Zadanie 55. Wykonajcie pomiary rosnących gałęzi i korzeni sposobem objaśnionym w tekście, zapisując dokładnie codziennie otrzymane liczby dla przekonania się jak długo i z jakimi zmianami rośnie jedna wybrana na rosnącym narządzie część.

Zadanie 56. Wykonajcie także pomiary ścisłe dla przekonania się, które miejsce rosnącej części korzenia lub pędu rośnie najszybciej.

Zadanie 57. Sporządźcie sobie prosty wzrostomierz i spróbujcie mierzyć nim szybkość wzrostu roślin w różnych porach.

XIX. Trzy stany wzrostu. Naprężenie tkanek. Peryody spokoju.

Znamy teraz główną przyczynę wzrostu, t. j. wiemy, dla czego rośliny się powiększają. W jaki zaś sposób one rosną, jak się rozwijają ich organy o tem mówiliśmy już poprzednio.

Pamiętacie pewnie jak rośnie korzeń i jak się rozwijają wierzchołki wzrostu pędu wraz z otaczającymi je częściami, czyli pączki. Gdy środkowa, krótka oś pączka (rys. 42) wyprężona wodą wydłuża się, zamieniając się w gałązkę lub wydłużając łodygę, wówczas boczne drobne listeczki, które w pączku tę oś okrywały, powoli się odchylają, oddalają od siebie, powiększają i rozwijają w liście. Koniuszeczek tej rosnącej osi wypuszcza coraz nowe wypuklinki, które zamieniają się w drobne listeczki okrywające ten koniuszeczek, a tymczasem dolne listki, które go

przedtem pokrywały, coraz bardziej się rozwijają. Każdy bowiem listek wygląda z początku jak brodaweczka, która się potem zamienia w łusieczkę, a ta gdy dalej się rozwija staje się blaszką liścia, która się coraz dalej odsuwa od łodyżki. Tak powoli wykształca się cała blaszka, siedząca nasadą na łodydze, następnie dopiero wytwarza się ogonek, który, rosnąc, odsuwa blaszkę jeszcze dalej. Młodzią liść z ogonkiem cały jeszcze rośnie, lecz wkrótce wierzchołek blaszki rosnąć przestaje; liść rośnie dalej tylko swoją nasadą, posuwając koniec blaszki, który jest najstarszą częścią liścia, coraz dalej.

Pamiętamy, że zewnętrzne twarde łuski pączka zwykle odpadają, gdy pączek zaczyna się rozwijać, a wewnętrzne, błonkowate, z których powstaną liście, choć są zwinięte i zagięte nad wierzchołkiem wzrostu, stopniowo odwijają się i odchylają od wierzchołka. Każdy liść ma z początku blaszkę wąską i całobrzegą; wszystkie wcięcia blaszki powstają stopniowo później, z początku jako ząbki, potem wcięcia między ząbkami zachodzą coraz dalej. Jeszcze w pączku, gdy tworzy się pierwsze założenie liścia powstaje zaraz nad nim, w tym samym węźle, t. j. w kącie liścia założenie nowego pączka (rys. 42 p). Tak każdy pączek liściowy naszych drzew jest otoczony nie tylko młodymi listkami, ale i zaczątkami młodych pączków. W miarę jak łodyżka ukryta wewnątrz pączka wydłuża się, powiększa się też odległość pomiędzy listkami, tworzą się coraz dłuższe międzywęzła, a jednocześnie listki wyrastają w liście, w kącie których siedzą pączki. Gdy w ciągu lata liście zupełnie się rozwiną, w kątach ich wy-

kształcają się tym sposobem młode pączki, które gdy liście w jesieni opadną, pozostają na łodydze, okrywają się żywicą i tak pozostają do wiosny, za nastąpieniem której zaczynają się tak samo rozwijać, t. j. wydłużają się w gałązki i liście, w kącie których tworzą się znów nowe pączki, mające się tak samo rozwinać z przyszłą wiosną.

Nie wszystkie jednak pączki rzeczywiście się rozwijają. Zwłaszcza na drzewach dolne pączki często nie rozwijają się wcale, a jeżeli z nich wyrastają nawet gałęzie, to często wkrótce usychają. Z tego powodu większość drzew ma pień nagi, z którego dopiero na pewnej wysokości wyrastają gałęzie. Te nie rozwijające się pączki zarastają korą w miarę jak pień lub gałąź na grubość się rozrasta; lecz nie giną, pozostają tylko w uśpieniu i niekiedy poczynają się pod korą drzewa rozwijać, zwłaszcza jeżeli górne gałęzie zostaną uszkodzone i przebijając się na zewnątrz wyrastają w gałęzie i liście. Takie ukryte pączki nazywamy śpiącymi. Kwiaty, jak wiemy, również się z pączków rozwijają, a nawet bywa i tak, jak np. w naszym dzikim kasztanie, że z jednego pączka rozwijają się i liście i kwiaty. Pod każdym pączkiem liściatym znajdziemy zimą bliźniętą pozostałą po opadłym liściu, w którego kącie pączek się wytworzył.

Nie dziwnego, że z wiosną drzewa i krzewy lub podziemne organy ziół trwałych tak prędko wypuszczają nowe pędy; skoro już w jesieni wszystko zostało do tego przygotowane. Gdybyśmy pączki na roślinie zniszczyli, może ona żyć dalej, lecz nowych organów wydaćby już nie mogła.

Możnaby odróżnić w każdej rosnącej roślinie, jak i w każdym rosnącym narządzie trzy kolejne stany wzrostu.

Z początku wzrost młodocianej roślinki lub młodego organu polega na tem, że jego komórki dzielą się i rosną wskutek naprężenia, a po części wskutek odżywiania i napawania, przez co powiększa się cała roślina lub narząd. Wówczas łodyżki się wydłużają, łuseczki wysuwają się i odwijają, wszystkie części powiększają się tylko, lecz kształty oddzielnych narządów jeszcze się nie wyróżniają. W tym stanie znajduje się cała roślina, poczynająca kielkować z nasienia, w tym stanie znajdują się też wszystkie wierzchołki wzrostu korzenia i pędu dojrzałej rośliny, poczynające rosnać.

Powoli jednak następuje wyższy stan wzrostu, charakteryzujący się rozwojem kształtów oddzielnych narządów. Listki zaczynają wytwarzać blaszki, ogonki i pochwki, w blaszkach zjawiają się wcięcia, liść nachylony dotychczas ku wierzchołkowi wzrostu, poczyną się wyginać w przeciwną stronę i coraz bardziej przyjmuje postać dojrzałego liścia; takie same zmiany zachodzą i z innymi organami. Wszystkie jednak narządy dotychczas złożone były z mniej więcej jednakowych komórek, nie wyróżnionych w oddzielne tkanki. W końcu tego stanu wzrostu dopiero poczyną się różniczkowanie i wewnętrznej budowy narządów.

Gdy rozwój zewnętrznej postaci narządów dobiegł końca, gdy liście i inne narządy przyjęły już ostatecznie zewnętrzny swój kształt, następuje trzeci stan wzrostu, który polega głównie na tworzeniu się tka-

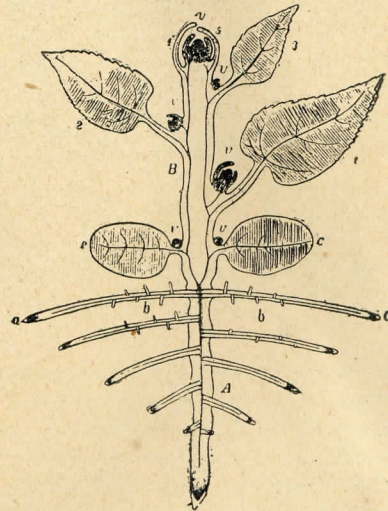
nek i naczyń, naskórek ostatecznie wykształcony na zewnątrz korkowacieje, wiązki naczyniowe i sitkowe się wykształcają, ścianki naczyń i pochw naczyniowych drzewnieją, soki w naczyniach poczynają krążyć, narząd zakończył nie tylko jak poprzednio zewnętrzny swój wzrost, lecz i wewnętrzny rozwój, poczynają wykonywać właściwe mu czynności życiowe; wzrost jest skończony.

Rzecz jasna, że ścisłej granicy pomiędzy tymi trzema stanami wzrostu nie ma, gdyż wszystkie stany stopniowo jeden w drugi przechodzą; nawet w jednym narządzie jedna część może być w początkowym stanie wzrostu, podczas gdy inna wzrost swój już kończy. Dolne organy pędu, dolne jego gałęzie i liście, lub górne części korzenia, jako najstarsze, dawno wzrost swój zakończyły, lub znajdują się w końcowych jego okresach, podczas gdy wyższe, młodsze, znajdują się w całej pełni rozwoju wzrostu; najwyższe, jako najmłodsze, zarówno jak i boczne młode wierzchołki wzrostu dopiero rosnąć poczynają i stopniowo przejdą te same koleje, podczas gdy wytworzone z nich młode organy rozpoczną taki sam stopniowy rozwój.

Te trzy stany wzrostu przedstawione są na obocznym rysunku (rys. 138), w którym części zupełnie czarne znajdują się w I-m, części słabiej zacieniowane—w II-m, a wcale nie cieniowane—w III-m stanie wzrostu.

Gdy jednak w miarę wzrostu poczynają wytwarzać się różne tkanki w roślinie, gdy części rośliny poczynają się rozlicznie zmieniać, gdy jedne części drzewnieją, inne korkowacieją, inne znów ulegają innej zmianie, lub pozostają

nie zmienionymi, powstaje nowe zjawisko we wzroście rośliny. Stosownie bowiem do tych zaszłych zmian, każda część poczynają inną ilość wody pobierać. Dopóki wszystkie komórki były podobne, dopóki wszystkie były młode i prześlakliwe, pobierały jednakową ilość wody, wszystkie więc części rośliny lub organa jednakowo się naprężały, jednakowo silnie i szybko rosły. Gdy jednak jedna tkanka korkowacieje lub drzewnieje, woda nie może już w nią wsiąknąć w takiej ilości i tak samo naprężyć, jak w innej tkance, choć takie dwie różne tkanki lub dwie części rośliny mogą być z sobą zrosnięte i muszą jednakowo rosnąć. Rdzeń np. i drewno młodej gałązki drzewa nabierają więcej wody, a więc i szybciej rosną aniżeli naskórek tej gałązki, który skorkowaciał, a jednak wszystkie trzy części stanowią jedną całość, cała gałązka musi jednakowo rosnąć i rdzeń nie może z niej wyrosnąć po nad drewno lub korę, bo wszystkie trzy części są z sobą zrosnięte. Rdzeń więc i drewno, będąc silniej rozciągane wodą, rozciągają za sobą i naskórek; naskórek zaś, przeciwnie, nie mając sam tyle wody, nie mogąc nadażyć tamtym częściom we wzroście, wstrzymuje ich wzrost. Powstaje wskutek tego wzajemne naprężenie części w gałązce.



rys. 138.

Oprócz więc naprężenia komórek, o którym mówiliśmy poprzednio, wpływa na wzrost roślin i naprężenie tkanek.

Że takie naprężenie istnieje, łatwo bardzo się przekonać. Zetnijmy jakąś świeżą, sztywną łodygę i zrobmy na

odciętym końcu wzdłuż przez środek wcięcie; obie połowy łodygi wnet się odchyła, i już nie przystaną do siebie, gdyż naskórek, który był tylko przez wewnętrzne tkanki łodygi rozciągany, został przez nacięcie zwolniony z tego naprężenia i napowrót się skurczył.

Bardziej jeszcze pouczające jest następujące doświadczenie: wytnijmy ze środka łodygi wzdłuż cienką blaszkę (rys. 139), tak aby po środku był rdzeń, a po bokach naskórek, włóżmy ją na kilka minut do wody, potem przecnijmy ją przez sam środek rdzenia wzdłuż; obie połowy wnet się zegną w łuk, jak to wskazuje (rys. 140); to znaczy, że zewnętrzne części blaszki, czyli naskórek, skurczył się, a rdzeń się wydłużył. Widocznie, że dopóki wszystkie trzy części były złączone z sobą, istniało pomiędzy nimi naprężenie, naskórek był zbyt silnie rozciągnięty i nie



rys. 139.



rys. 140.

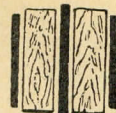
mógł się skurczyć, bo na to nie pozwalały wewnętrzne części blaszki, z którymi był zrosnięty; rdzeń zaś choć był silniej od innych części naprężony wodą, nie mógł się wydłużyć należycie, gdyż go powstrzymywały zewnętrzne części z nim zrosłe. Gdyśmy jednak blaszkę przecięli, naprężenie ustało, naskórek mógł się skurczyć, a rdzeń wydłużyć i dla tego każda połowa blaszki wygięła się tak, że naskórek utworzył stronę wklęsłą, czyli krótszą, a rdzeń stronę wypukłą, czyli dłuższą.

Jeszcze lepiej przekonamy się o tem w taki sposób: wytnijmy taką samą blaszkę i włożywszy ją na kilka minut do wody, zmierzmy ściśle jej długość; potem zgrabnie odetnijmy z obu stron naskórek, a ze środka rdzeń, jak to wskazuje rys. 141; zobaczymy, że naskórek się skrócił a rdzeń wydłużył; zmierzwszy dokładnie, przekonamy się o ile naskórek się skrócił w porównaniu z poprzednią długością, czyli o ile był on siłą rosnącego rdzenia wydłużony, a także o ile się rdzeń w porównaniu z poprzednią długością wydłużył, czyli o ile był on poprzednio przez na-

skórek we wzroście wstrzymany. Takie wzajemne naprężenie wszystkich tkanek istnieje w każdej roślinie, co powoduje sztywność i elastyczność łodyg.

To naprężenie, o którym tu mówiliśmy, odbywa się, jak widzimy, tylko w kierunku długości rośliny. Ale w kierunku poprzecznym istnieje także naprężenie, bo przecież kora, która łatwo rozciągać się nie daje, przeszkadza drewnu rozrastać się na grubość; z jednej więc strony kora jest zawsze nieco rozciągniętą przez tworzące się wciąż pod nią słoje drzewne, z drugiej znów strony drewno jest ściśnięte przez korę.

Przekonać się o tem bardzo łatwo, dość bowiem zrobić na łodydze nacięcie wzdłuż naskórka ostrym nożem, aby zobaczyć, że rana wnet się rozszerzyła, wskutek skurczenia się kory; gdybyśmy dokoła łodygi zdjęli pierścień naskórka i chcieli go napowrót nałożyć, przekonaliśmy się, że pierścień już na całej długości nie przystaje i dwa jego końce przybliżyć się do siebie nie dają; widocznie, póki znajdował się na korze, był on silnie rozciągnięty, a po zdjęciu skurczył się.



Mówiliśmy już zresztą o tem dawniej, że rys. 141. z tego właśnie powodu, kora nieraz, nie wytrzymując takiego parcia drewna, pęka. Tak bywa na wiosnę, gdy warstwa twórcza zaczyna szybko się rozrastać i tworzyć nowy słój drzewny pomiędzy drewnem i korą, który korę rozrywa; dlatego to kora drzew jest zwykle popekana wzdłuż. Mówiliśmy także, że z powodu tego poprzecznego naprężenia, każdy słój drzewny jest od wewnętrznej strony jaśniejszy od zewnętrznej zaś ciemniejszy (str. 185 i rys. 66).

Gdybyśmy w jesieni rozcięli korę, tak żeby słój drzewny mógł się rozrastać tak samo swobodnie jak na wiosnę, byłby cały słój jednakowo jasny i podobny do tej części, która się wytworzyła na wiosnę. Przeciwnie, gdybyśmy wiosną ściśnęli pień drzewa pierścieniem żelaznym, któryby nie pozwalał należycie rozrosnąć się nowemu słojowi drzewnemu, otrzymalibyśmy słój ciemny, podobny do tej części

słoju, która się tworzy w jesieni, gdy kora rozerwać się nie daje.

Takie to siły działają w rosnącej roślinie. Ale zarówno wzrost jak i odżywianie nie trwa ciągle. Wiele zielnych roślin rozpoczynając swe życie dopiero przed kilkoma miesiącami, wykiełkowawszy z nasienia na wiosnę, przeżyły zaledwie jedno lato i w jesieni giną bezpowrotnie, wiedną, usychają i następnie gniją w ziemi, zostawiając po sobie tylko nasiona, którym taki sam los przypadnie. Takie rośliny nazywamy rocznikami; inne, jak wiemy, żyją przez dwa lata. Ale i te, zarówno jak rośliny żyjące lat wiele, czyli t. zw. trwałe, przerywają również odżywianie i wzrost swój na czas zimy. W jesieni, gdy pączki, z których na wiosnę wybują nowe organy zostały założone, gdy z kwiatów wytworzyły się i dojrzały nasiona, które również na wiosnę dopiero się rozwijają, gdy rośliny złożyły w tych nasionach zapas pożywienia, z którego w pierwszych chwilach życia kiełkująca roślina czerpać będzie, gdy wszystko zostało już przygotowane, aby z pierwszemi promieniami dni wiosennych odrazu nowe powstało życie, rośliny przechodzą w stan spoczynku na całą zimę.

Przedewszystkiem pokarmy wytwarzane przez liście, zamieniając się w przesiąkliwe soki, spływają do łodygi; zielen (chlorofil) barwiąca ciążka zieleni rozpuszcza się i wraz z odżywczymi sokami również spływa przez ogonek do łodygi, wskutek czego liście tracą swą zieloną barwę, żółkną (bo oprócz zieleni znajduje się w zielonych ciążkach barwnik żółty, który się jesienią nie rozpuszcza), a jeżeli w komórkach

liścia był inny jeszcze barwnik, np. czerwony, dotychczas przez zielen maskowany, wówczas po spłynięciu zieleni liście stają się czerwone, jak to często bywa np. z liśćmi jodły. Soki spływające z liści przechodzą do organów przeznaczonych na gromadzenie pokarmu, a więc do kłaczy, bulw, cebul i t. p., i tam przetwarzają się znów w ciała stałe, najczęściej w krochmal, pozostając tak aż do wiosny, kiedy ponownie rozpuszczają się i zaczynają krążyć po roślinie, dostarczając pożywienia młodym, poczynającym z pączków wyrastać narzodom. W naszych drzewach, pokarmy spływające z liści, gromadzą się w promieniach rdzennych.

Pozbawione soków liście pożółkłe i zeschnięte opadają, tylko liście niektórych roślin, jak w naszym klimacie np. liście roślin iglastych, pozostają na roślinie przez zimę, w ciągu lat kilku; nazywamy takie rośliny wiecznie-zielonemi. Gdy liście opadną, rośliny przedstawiają przyswajając, przestają się odżywiać i rosnać, następuje peryod zupełnego spoczynku, trwający przez całą zimę. Jest to sen zimowy roślin. Przez cały ten czas życie jednak w nich nie ustaje; gdyby bowiem rośliny zupełnie zamarły, nie mogłyby już z wiosną ożyć. Przez całe pół roku więc mogą rośliny obyć się bez pożywienia; nie powinno to nas dziwić, wszak wiemy, że i niedźwiedź, nietoperz, jeź i niektóre inne zwierzęta również przez zimę całą nie pobierają żadnego pokarmu, i zapadają na czas ten w sen zimowy, zaledwie tylko słabo oddychając; tak się ma też rzecz i z roślinami. Ale nie tylko zima powoduje takie uśpienie roślin. Silne skwary gorących krain wywierają na rośliny wpływ podobny.

W miejscowościach leżących w klimacie suchym stepy ożywiają pustynie swą zieloną wysoką trawą tylko przez kilka miesięcy do roku; potem roślinność zostaje spalona w upale słonecznym, brunatnieje i przechodzi w stan spoczynku, trwający znów kilka miesięcy, co w niektórych okolicach odbywa się nawet dwa razy do roku.

Zadanie 58. Przypatrzcie się, jak są umieszczone na drzewach w kątach liści pączki, które przez całą zimę widzieć można. Weźcie kilka pączków i odchyłcie łuski dla przypatrzenia się wewnętrznemu złożeniu. Przetnijcie pączek wzdłuż ostrym nożykiem, umaczanym w spirytusie i odszukajcie wierzchołek wzrostu. Rozpatrzcie w poczynających się rozwijać pączkach kasztana dzikiego, środkową, rozgałęzioną oś, z której powstanie gałązka z kwiatami i boczne zaczątki liści.

Zadanie 59. Przetnij świeżą zielną łodygę wzdłuż na krzyż wcięciami na cal lub dwa cale długości i przypatrz się jak wcięte części odstają od siebie.

Zadanie 60. Wytnij ze środka świeżej sztywnej łodygi wzdłuż blaszkę, włóż ją na kilka minut do wody i potem przetnij ją wzdłuż przez środek; jaką postać przyjmą obie połowy?

Zadanie 61. Taką samą blaszkę po wymoczeniu zmierz na długość dokładnie, potem odetnij z obu stron korę, a ze środka rdzeń i zmierz każdą z tych części oddzielnie, o ile one skróciły się lub wydłużyły?

XX. Wrażliwość roślin i ich ruchy.

O tem, że rośliny się odżywiają i rosną, wie każdy człowiek, a jednak ludzie nieświadomi nie patrzą się zwykle na rośliny jako na istoty żywe, bo życie rozumiemy zwykle jako ruch, a w roślinach najczęściej

ruchu nie widzimy. Każdy na pierwszy rzut oka widzi, że zwierzęta są to istoty żywe, choćby nawet nie widział, jak się żywią i rosną, bo to są istoty, które się poruszają, w których drga i tętni widoczne życie; w każdym organie zwierzęcia wywołać możemy ruch, gdy się go dotkniemy, bo zwierzę odczuwa dotknięcie, odczuwa każdą podniecie, odczuwa ciepło i światło, które je rażą lub nęca, od których ucieka lub się do nich garnie. Zwierzę jest istotą czującą, a o tem, że żyje, przekonywamy się z tego, że pod dotknięciem naszej ręki czy innego bodźca wykonywa ruch, czyli, że jest wrażliwe. Bodźcem albo podniecią nazywamy wszelką siłę, mogącą pobudzić ciało żywe do ruchu, wywołującą w nim skurcz lub inną zmianę; taką podniecią może być dotknięcie się jakimś przedmiotem, działanie światła, ciepła lub innego czynnika.

Czy jednak rośliny są istotami zupełnie nie wrażliwymi, bez czucia i ruchu, na które żadne czynniki nie działają? Kto ukochał naturę i z zamiłowaniem ją badał, kto zżył się z łąką, polem, lasem lub ogrodem, tego uwagi nie uszło, że owe pozornie martwe trawy, zioła, krzaki i drzewa nieraz w różnych porach dnia odmienny przyjmują wygląd. W skwarne południe upalnego dnia letniego wyglądają jak omdlone; stoją spokojne i nieruchome; zdawałoby się, że skwar wywiera taki wpływ na nie jak na człowieka, pozbawiając je sił i żywości. Gdy zmierzch zapada, gdy ludzie i zwierzęta przygotowują się do spoczynku nocnego, rośliny również opuszczają swe gałęzie i liście, listki przytulają się do siebie lub do gałązek, korony kwiatów także się

stulają, zdaje się, że i rośliny również zapadają w drzemkę, trwającą aż do rana, gdy powiew świeżego rannego wietrzyka budzi je znów ze snu, gdy z pierwszym brzaskiem dnia znów odświeżone i wypoczęte prostują się i przygotowują do całodziennych czynności.

A liście naszych roślin doniczkowych, pielęgnowanych w mieszkaniach, jak one wszystkie pochyliły się ku oknu, spragnione światła, które je widocznie ku sobie pociąga, albo kwiaty słonecznika lub jaskru, ciągle obracające się za światłem. A zresztą każdy rolnik, każdy ogrodnik, każdy człowiek, który choć w domu rośliny pielęgnował, wie, że to nie są ciała martwe, obojętne na to, co ich otacza, wie jak one są wrażliwe na brak lub nadmiar wilgoci, na chłód i gorąco, na światło i mrok. Przeciwnie są to istoty bardzo kapryśne i nieraz sprawiają wiele kłopotu rolnikom i ogrodnikom; gdyby nie były wrażliwe na wpływy otoczenia, daleko łatwiejby je było uprawiać i pielęgnować. Pod wpływem otrzymanych wrażeń wykonywują one ruchy, choć tak powolne, że zwykle trudno je dostrzedz.

Badajcie starannie położenie liści i wierzchołków łodyg w różnych porach doby, a przekonacie się, że rośliny nie są istotami zupełnie nieruchomymi. Powiecie może, że to nie jest jeszcze zupełny ruch, podobny do ruchu zwierząt, bo rośliny są przytwierdzone do ziemi i nie mogą przenosić się z miejsca na miejsce. Ale oto łatwo się przekonać, że i do takiego ruchu zdolne są rośliny.

Jeżeli zaczerpnijemy ze stawu lub strumyka, w których wiele rośnie roślin, trochę czystej zupełnie

wody, wylejemy ją na płaski talerz i pozostawimy w dzień jasny ten talerz z wodą na oknie, to po kilku godzinach przekonamy się, że woda w talerzu zazieleniała z jednej strony, mianowicie z tej, która jest zwrócona ku oknu, podczas gdy pozostała część wody, od strony pokoju, pozostanie bezbarwną. Pochodzi to stąd, że w wodzie takiej pływa mnóstwo drobnych roślinek, których okiem dostrzedz nie można, tak że woda wydaje się bezbarwną, choć roślinki te są zielone. W kropli takiej wody, rozpatrywanej pod mikroskopem, widzimy mnóstwo małych zielonych kuleczek, gwiazdeczek, niteczek, z których niejedne poruszają się, pływając żywo w wodzie, inne posuwają się powoli lub też nie poruszają się wcale. Te drobne roślinki nie mają ani korzeni, ani łodyg, ani liści, nie wydają kwiatów, ani owoców; należą one do tak zw. wodorostów, czyli glonów, o których mówiliśmy dawniej. Gdy woda taka stoi przez czas pewien spokojnie, wówczas te drobne roślinki skupiają się jak najbliżej ku światłu, w miejscu najbardziej oświetlonym, i to skupienie roślinek nadaje wodzie barwę zieloną. Jeżeli talerz z taką wodą odwrócimy stroną zazieleniałą ku pokojowi, to po pewnym czasie, przeciwległy brzeg zwrócony ku oknu zazielenieje, a strona zwrócona na pokój odbarwi się.

Z tego przeto widzimy, że te drobne roślinki są wrażliwe na światło, że odczuwają je, że światło na nie działa w pewien sposób; dalej widzimy z tego, że te roślinki mogą przenosić się w wodzie z miejsca na miejsce, że pływają w wodzie i poruszają się jak zwierzęta, nie można więc o nich powiedzieć, że

są istotami bez czucia i ruchu. Zależnie od siły światła, od rodzaju roślin i stopnia ich rozwoju dążą one niekiedy do światła, to znów przeciwnie, unikają go. I nie tylko światło, bo również i ciepło, dotknięcie, napotkanie przeszkody, poruszenie wody i inne bodźce oddziałują na nie w podobny sposób.

Są i pomiędzy zwierzętami istoty tak drobne, że je tylko przy pomocy drobnowidza dojrzeć możemy; wiele z nich również żyje tylko w wodzie, a ponieważ także żadnych prawie organów nie mają, przeto trudno je od tych najprostszych roślin odróżnić. Gdy po raz pierwszy przekonano się, że te drobne rośliny mają zdolność poruszania się, przypuszczano, że pomiędzy nimi a zwierzętami zachodzi jednak ta różnica, że ruch zwierząt jest świadomy, dowolny i celowy, t. j. z pewną samowiedzą zwierzęcia i z pewnym celem dokonywany, podczas gdy ruch roślin jest mimowolny.

Jednakże u tak drobnych istot zarówno zwierzęcych jak i roślinnych trudno o jakiejś samowiedzy mówić, zarówno w jednych jak i u drugich nie możemy osądzić czy ruch jest samowiedny czy nie; tak jedne jak i drugie nie mają przecież żadnego specjalnego narządu, w którymby się wytwarzała samowiedza lub wola, jak to ma miejsce w mózgu wyżej rozwiniętych zwierząt, nie możemy więc mówić o takich w nich uczuciach; zarówno jedne, jak drugie, złożone są tylko z bryłki zarodki, a zaródź jest podobną u zwierząt i roślin. Jedynie tylko zaródź jest ciałem wrażliwym i odpowiada na podniety odruchem; jest ona wrażliwą jednakowo u najniższych jak i u najwyższych roślin. Zarówno u najniższych

roślin, jak i u owych najprostszych istot zwierzęcych jest ruch jednakowo prawdopodobnie nieświadomy i nie może stanowić cechy, odróżniającej najniższe zwierzęta od najniższych roślin.

Ale musimy przedewszystkiem obeznać się z kilkoma takimi poruszającymi się roślinami. Są one bardzo ciekawe, a nawet bardzo piękne z wyglądu, ale szukać ich trzeba w miejscach nie bardzo nęcących, bo w wodach stojących, nawet błotach cuchnących. Nieraz pewnie zauważyliście, że taka woda w rowach, błotach, wilgotna ziemia lub wilgotne mury, mają zwierchu ciemno siny lub brudno-zielony nalot. Ten nalot pochodzi właśnie ze skupienia mnóstwa takich drobnych roślin, pięknej nieraz i delikatnej budowy; szkoda tylko, że podziwiać je może tylko ten, kto posiada dobry mikroskop, gdyż dla oka nieuzbrojonego w szkła silnie powiększające jest to tylko śliska i cuchnąca masa. W kropli wody wziętej z takich miejsc zobaczymy między innymi często długie wąskie niteczki czarno-sinego, niebieskiego lub oliwkowo-zielonego koloru, poprzdzielane w poprzek bardzo delikatnymi, zaledwie dostrzegalnymi ściankami (rys. 142); one to wydają zapach właściwy cuchnącej wodzie. Te niteczki od czasu do czasu wykonywują powolny ruch posuwając się naprzód lub w tył i obracając się powoli w około swej podłużnej osi. Są to jedne z najprostszych roślin, które nazywamy drgalicami (oscillariae).



rys. 142.

W tej samej wodzie znajdziemy jeszcze galaretowate masy, które często i na ziemi, na wodnych roślinach, na łąkach, nawet na skałach i murach lub na wilgotnych doniczkach znaleźć można; takie masy dochodzą niekiedy wielkości pięści. Wewnątrz tej masy znajduje się jakby nić rozmaicie wygięta, ale złożona z szeregu kuleczek ułożonych wzdłuż jedna przy drugiej; każda kuleczka jest oddzielną komórką. Wszystkie komórki są mniej więcej



rys. 143.

jednakowej wielkości, tylko w pewnych miejscach są niektóre komórki większe (rys. 143). Ta nić złożona z kuleczek i otoczona śluzową masą, nazywa się trzęsidłem (*Nostoc*). W wodzie przerywa się taka nić w tych miejscach właśnie, gdzie znajdują się większe komórki, a każda tak oderwana część nici poczyną się poruszać, posuwając się powoli. W wysychającej wodzie taka część nici zatrzymuje się, wydziela z siebie masę galaretowatego śluzu, którym się dokoła otacza i wewnątrz tej masy rozrasta się, tworząc znowu całe trzęsidło. Zarówno drgalnica jak i trzęsidło nie zawierają w sobie ciałek zieleni; ich plazma jest jednostajnie zabarwiona sinym barwnikiem; istoty te stanowią jedną grupę; zowiemy je Sinicami (*Cyanophyceae*).

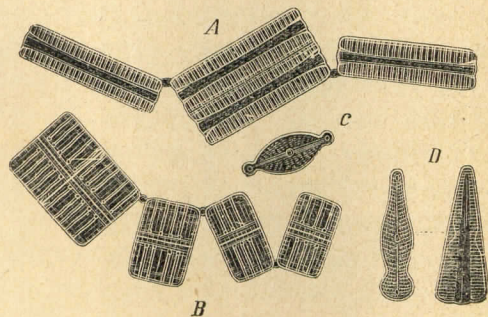
Do tej grupy najprostszych roślin należy jeszcze wiele innych gatunków, z których niektóre są rozmaicie zabarwione: na żółto, czerwono, brunatno, czarno. Zresztą, jak już wiemy, są inne jeszcze

prostsze istoty roślinne, mianowicie bakterye, z których również wiele się porusza. Bakterye są nawet bardzo podobne z wielu względów do sinic, bo poniekąd i z kształtu, i ze sposobu życia, i ze sposobu poruszania się, i że tak samo jak sinice nigdy się nie rozgałęziają, tak samo tworzą kolonie śluzowe jak sinice, tak samo jedne jak i drugie wytrzymują bardzo długo nader nieprzyjazne warunki życia, jakich nie wytrzymują inne istoty, tak samo niektóre sinice jak i bakterye są fermentami; tak sinice jak i bakterye nie mają prawie żadnych organów, tak samo się rozmnażają przez podział lub z oddzielnych komórek, które z siebie wytwarzają czyli z zarodników i t. d. Z tego powodu możnaby powiedzieć, że bakterye są tylko nieco zmienionymi sinicami, zmienionymi wskutek tego, że się przystosowały do innego, pasorzytnego lub roztocowego życia, że straciły barwnik i są bezbarwnymi sinicami (choć są jeszcze niektóre bakterye zielone).

W tych samych miejscach gdzie sinice, zresztą w każdej niemal ziemi, na murach, skałach, w wodach słodkich i słonych znajdziemy jeszcze w niezliczonem mnóstwie, drobne, jednokomórkowe istoty, złożone z bryłki protoplazmy, zabarwionej na brunatno-zielono, zmieszanej z innym barwnikiem i otoczonej błoną skrzemieniałą t. j. nasyconą krzemionką, która ozdabia błonkę tych istot w różnorodne piękne, delikatne kropki, krawki, bruzdki, węzły, złożonej bardzo budowy, kunsztowne siatki i inne wzory. Ta błonka złożona jest z dwóch połówek, zachodzących na siebie tak, jak przykrywka na dolną część pudełka. Te jednokomórkowe istoty nazy-

wamy okrzemkami (Diatomeae) (rys. 144). W tych istotach ze śmiercią ginie i gnieje tylko zaródź wewnątrz zawarta, błonka zaś ponieważ jest skrzemieniała pozostaje i nie gnieje, gdyż krzemionka jest przecież minerałem, który gniciu nie podlega.

W ten sposób, ponieważ w każdej ziemi i wodzie znajduje się mnóstwo tych istot, i coraz nowe ich pokolenia się tworzą, przeto z biegiem lat i wieków



rys. 144.

gromadzi się wciąż w ziemi i na dnie wód niezliczone mnóstwo tych skorupki, czyli błonek po zamarych roślinach, które razem tworzą bardzo delikatny piasek, złożony z bardzo drobnych ziarn okrzemek. Taką ziemię nazywamy ziemią okrzemkową; tworzy ona w niektórych miejscowościach obszerne pokłady, na których stoją wsie i miasta, choć podmurowania domów kamiennych na takiej sypkiej ziemi łatwo się usuwają, wskutek czego domy często się zapadają, jak to się zdarzało np. w Berlinie, którego znaczna część na takim właśnie gruncie stoi.

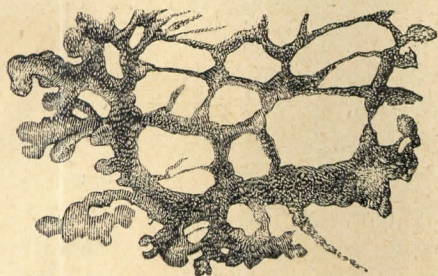
Ziemi okrzemkowej używają do polerowania metali, a także do wyrobu dynamitu. Chińczycy podobno taką ziemię jadają; nie szczególnie to pokarm, bo choć wewnątrz każdej okrzemki, znajduje się część pożywna, złożona z ciał białkowatych, mianowicie zaródź, to jednakże jest ona otoczona skrzemieniałą błonką, mineralnym pancerzem, wcale nie strawnym i nie przypuszczającym trawiących soków do wnętrza. Nie tylko w sokach żołądkowych i silnych kwasach, ale nawet w ogniu błonka ta się nie niszczy i gdy wypalamy w ogniu okrzemki, spala się tylko ich organiczna zawartość, plazma, lecz błonka pozostaje nienaruszoną.

Otóż te to okrzemki, które w takiej obfitości znaleźć można wszędzie w ziemi i w wodzie, są to prawdziwe roślinki, zawierające zielen, a jednak zdolne do ruchu. Za życia poruszają się one, posuwając się powoli w prostym kierunku.

Obeznajmy się jeszcze z jedną bardzo ruchliwą rośliną. Wśród mchów, zbutwiałych liści, na próchniejących kłodach, pod korą drzew i t. p. miejscach znaleźć można często śluzową delikatną siatkę, lub masę podobną do gęstej śmietany, najczęściej barwy białej lub różowej. Jedne nici tej siatki są tak cienkie, że je ledwie dojrzeć można, inne grubości nitki bawełnianej (rys. 145); wystające końce nitek ciągle się wydłużają a cała masa się za nimi powoli przelewa, tak że cała siatka powoli porusza się, pełza, posuwając się coraz dalej i zmieniając swój kształt. Prócz tego widzimy za pomocą mikroskopu w takiej siatce mnóstwo drobnych ziarn, bezustannie się poruszających w różne strony. Cała ta siatka

jest to masa zarodzi, ziarnistej jak każda zaródź, ale zupełnie nagiej, nieoblonej.

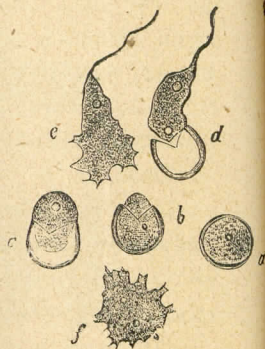
Masa ta zarodzi pełza i poszukuje pożywienia i wilgoci, unika więc światła i pełza wgłąb spróchniałych liści, pod korę drzewa do miejsc zacienionych i wilgotnych. Można takie sieci zarodzi nagiej zobaczyć często na podwórzach garbarń w masie nagromadzonej kory dębowej, wśród której się kryją, skąd można je wywabić, wstawiwszy w korę wilgotną szybę szklaną, na którą wypełzną, lub



rys. 145.

lepiej przykrywszy korę kloszem szklanym, który osłonić należy jakąś ciemną zasłoną. Wówczas łatwo się przekonać, że gdy w jednym miejscu klosz odsłoniemy, to masy zarodzi, które się pod nim nagromadziły, poczynają się od tego oświetlonego miejsca odwracać i dążyć ku miejscom ciemnym.

Gdy jednak dla tej dziwnej istoty następuje czas rozradzania się, wówczas przestaje się ona odżywiać, unika miejsc ciemnych i wilgotnych i pełza przeciwnie po łodyżkach mchów i innych roślin, po pniu



drzewa w górę, ku miejscom bardziej oświetlonym, a więc i suchym. Wówczas na takiej siatce zarodzi zjawia się mnóstwo wypuklinek, ku którym ściągają się prawie całe zaródź z sieci. Wkrótce cała wypuklinka zamienia się w zamknięty ze wszystkich stron woreczek siedzący na nóżce. Ponieważ dzieje się to w miejscach oświetlonych i suchych, przeto takie woreczki wkrótce zysychają się i pękają, a z nich wysypuje się mnóstwo drobnych ziarn, jakby drobnych pęcherzyków. Woreczki na nóżkach są prawie tak wielkie jak główki od szpilek, można je przeto zobaczyć gołym okiem, ale te ziarna, które się z nich wysypują, są tak drobne, że trzeba je już badać pod mikroskopem.

Gdy te ziarna wpadną do wody, wówczas pęcznieją, otwierają się i z wnętrza ich wychodzi maleńka bryłka zarodzi, która przyjmuje gruszkowaty kształt i z węższego końca wypuszcza cieniutką niteczkę czyli rzęsę (rys. 145 b, c i d). Tą rzęsą porusza w wodzie i pływa cała jak zwierzątko, obracając się dookoła siebie i posuwając się żywo naprzód. Pływając tak rośnie (rys. 145 e), wkrótce zaś rzęsę wciąga i dzieli się na cztery części, z których każda również przyjmuje postać gruszkowatą, i wypuściwszy z węższego końca rzęsę wywija ją i pływa w wodzie. Wreszcie po kilku dniach te drobne pływające bryłki znów rzęsę wciągają, zatrzymują się i zaczynają powoli pełzać na dnie wody, w ten sposób, że z jakiegokolwiek miejsca swego ciała wysuwają wąską część, w którą całe ciało pochyla się powoli wlewać, skutkiem czego ta wypustka

się powiększa, lecz wnet w innym miejscu wypuszczają taką samą wypustkę (rys. 145 f), czyli jak to powiadamy nibynóżkę, w którą cała zaródź się przelewa i t. d.

Gdy pełzając w ten sposób spotykają się te bryłki zarodzi jedno z drugimi, wówczas wszystkie powoli zlewają się z sobą, przylaczając wciąż inne takie same bryłki, napotykanne po drodze, a z tego połączenia tworzy się taka sama sieć nitek zarodzi, jaka istniała z początku. Ta sieć znów po pewnym czasie tworzy pęcherzyki, z których wysypują się takie same ziarna wydające ciała pływające i t. d.

Stosownie do kształtu i budowy tych pęcherzyków i ziarn, a także i innych własności rozróżniamy różne gatunki tych istot, z których każda przechodzi te same kolejne zmiany, o jakich mówiliśmy. Nazywamy te dziwne istoty śluzowcami (Myxomycetes). Nie są one już podobne, jak sinice, bakterye i okrzemki, do wodorostów, gdyż są nagie, nieoblione (tylko ich pęcherzyki i wysypujące się z nich ziarna otoczone są ścianką) i nie mają w sobie ciałek zieleni; możnaby je więc zaliczyć do najprostszych grzybów.

Widzimy więc, że takie rośliny jak sinice, bakterye, okrzemki, śluzowce, a także i niektóre inne są wrażliwe na światło, ciepło, wilgoć i inne bodźce i wykonywują ruchy takie jak i zwierzęta. Później poznamy, że i niektóre części innych roślin, wodorostów, mechów, paproci i t. d. tak samo się poruszają, pływając w wodzie, zanim zamieniają się w nieruchome rośliny. W tych wszystkich roślinach jak i w zwierzętach wrażliwą i ruchliwą jest zaródź,

czyli protoplazma, która stanowi najważniejszą, niezbędną część każdej istoty żywej, każdej komórki, i jest złożona głównie z ciał białkowych. Ale wiemy przecież, że nietylko te najniższe, lecz wszystkie, najbardziej nawet rozwinięte rośliny złożone są z zarodzi, która wewnątrz komórek wykonywa ciągle ruchy.

Wszystkie więc rośliny są wrażliwe, a jeżeli ta wrażliwość w bardziej złożonych roślinach, ziołach, krzakach i drzewach nie objawia się tak wyraźnie, jak w tych drobnych roślinkach, dzieje się to jedynie wskutek tego, że zaródź u roślin wyższych otoczona jest, jak wiemy, grubą błonką, często zdrzewniałą, chroniącą ją od zbyt silnych podnieć, podczas, gdy u zwierząt zaródź jest naga, i że te błonki, otaczające zaródź czyli ścianki komórek są u wyższych wielokomórkowych roślin z sobą zrosnięte, tak, że ruch zarodzi odbywać się może tylko wewnątrz komórek, lecz całe komórki poruszać się już nie mają możliwości. Tylko nieobliona zaródź, jak np. w śluzowcach, lub jedno- albo kilkocomórkowe oblione istoty, jak np. okrzemki, sinice, mogą poruszać się wobodnie.

Gdyśmy na początku naszych wykładów mówili o tem, co to jest zaródź czyli plazma, zwróciliśmy uwagę na jej wrażliwość, na to jak wykonywa ciągle ruchy, które zmieniają się, przyspieszają lub zwalniają, albo zupełnie ustają, zależnie od zewnętrznych warunków.

Żywy dosyć ruch widzimy w komórkach wielu roślin, w świeżo ściętych włoskach pokrzywy lub dyni, we włoskach korzeniowych żabiścieku, którego

okrągławe listki wielkości orzecha włoskiego pewnie nieraz widzieliście na powierzchni stawów, dalej: w liściach ciekawej bardzo wodnej rośliny, którą u nas tylko sztucznie hodują, zwanej nurzańcem (*Vallisneria*, rys. 138), we włoskach siedzących na pręcikach trzykrotki (*Tradescantia*) i w komórkach wielu innych roślin. To są wszystko jednak rośliny wielokomórkowe, w których ruch zarodki po za ścianki komórek zrosłych z sobą przenieść się nie może.

Widzimy tylko z tego, że we wszystkich roślinach zaródź jest wrażliwa i ruchliwa; i nie tylko sama zasadnicza zaródź lecz i owe drobne ciała zabarwione chlorofilem na zielono, które nadają liściom pozornie jednolitą barwę zieloną, które odgrywają tak ważną rolę w żywieniu się roślin, którym zresztą cały świat żyjący byt swój zawdzięcza, są, jak widzieliśmy poprzednio, wrażliwe na światło i pod działaniem silnych promieni słonecznych usuwają się ku bocznym ściankom komórki, pozostawiając promieniom wolne przejście do głębiej leżących komórek; ruch zaś zarodki zasadniczej jest, jak się zdaje, od działania światła niezależny, bo odbywa się w komórkach zarówno w dzień jak i w nocy.

Czy jednak wszystkie narządy roślin nie byłyby bardziej wrażliwe i bardziej ruchome, gdyby ich zaródź była dostępniejszą działaniu podnieć zewnętrznych, tego przesądzać nie możemy.

Widzimy jednak, że bardzo wiele narządów roślinnych delikatniejszej budowy jest wrażliwych na dotknięcie, na działanie światła i inne bodźce; tak np. pręciki kwaśnicy czyli berberysu, umieszczone na dnie kwiatu prawie prostopadle do słupków, wnet

ku nim podskakują, gdy się ich nitek dotkniemy delikatnie szpilką lub słomką; to samo dzieje się z pręcikami niektórych innych roślin, podczas gdy pręciki chabru czyli bławatka, zarówno jak pręciki wielu innych roślin, których kwiaty są tak samo skupione, a pylniki pręcików zrosłe, czyli pręciki wielu t. zw. roślin złożonych, za dotknięciem kurczą się.

Zresztą wrażliwość niektórych roślin jest już wam znana; przypominacie sobie pewnie, jak bardzo wrażliwymi są włoski, gruczołki i liście tak zw. roślin owadożernych na dotknięcia owadów i inne podrażnienia. Gruczołki rosiczki np. za dotknięciem pochylają się i wydzielają sok, poczem to podrażnienie przenosi się i na liść, który się zgina; podrażnienie włosków na liściu muchołówki powoduje raptowne zamknięcie blaszek liścia i wydzielenie soku trawiącego; w dzbaneczniku podrażnienie powoduje wydzielenie soku i zamknięcie przykrywki liścia i t. d.

Niektóre ruchy wynikają z wzrostu rośliny, bo jeżeli w danej chwili jedna strona łodygi np. rośnie wolniej, i jest przez to krótszą od przeciwnej, to łodyga musi się nieco zgąć. Strona wolniej rosnąca będzie wklęsła, a strona prędzej rosnąca wypukła. To tak jak gdybyśmy do dwóch końców rurki gumowej lub sprężyny przyczepili nitki, ale obie z jednej strony (rys. 146), i ujawszy za nie rozciągnęli rurkę; cała rurka wygnie się w przeciwną stronę; strona rozciągana, jako dłuższa stanie się wypukłą, a przeciwna wklęsłą (rys. 147). Jeżeli więc w łodydze rośnie prędzej raz jedna strona, to



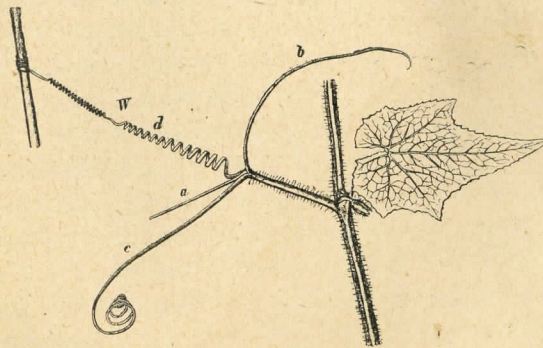
rys. 146 i 147.

znów druga, to łodyga musi zginać się to w jedną, to w drugą stronę, musi wykonywać ruchy. Tak wierzchołki roślin wykonywują z tego powodu ruch w kółko (a właściwie ruch śrubowaty, gdyż jednocześnie rosną w górę), który nazywamy kołowaniem (nutatio).

Wskutek tego kołowania wijące się rośliny okrajają przedmiot, dokoła którego się wiją. Ale gdy taka łodyga dotknie się podpory, następuje jeszcze inne zjawisko: jest ona na dotknięcie tak wrażliwa, że strona łodygi, która dotknęła się stałego przedmiotu poczyną wolniej rosnąć, przeciwna strona rośnie dalej z tą samą co poprzednio szybkością, wskutek czego staje się wypukłą a tamta wklęsłą i cała łodyga przez to mocniej do podpory przylega i ściślej je obejmuje. Takie rośliny są często opatrzone jeszcze wąsami, któremi czepiają się różnych podpór i przytwierdzają się do nich. Te wąsy są bardziej jeszcze wrażliwe na dotknięcie. Wąs z początku jest prawie prostą gałązką, która kołuje tak jak wierzchołki łodyg i wskutek tego łatwiej napotkać może na jakiś stały przedmiot; gdy to się stanie, zgina się wąs wnet dokoła tego przedmiotu wskutek tego, że dotknięta strona wąsa zwalnia swój wzrost. Im bardziej wijąca się łodyga lub wąs owija się dokoła podpory, tem bardziej wzrasta podrażnienie wywołane w nich dotknięciem i tem silniej przez to jeszcze owijają się poczynają. Gdy koniec wąsa przytwierdzi się w ten sposób do podpory, następuje ciekawe bardzo zjawisko, bo wnet cały wąs skręca się, a więc przyciąga całą roślinę

do podpory i tym sposobem bardziej jeszcze ją umacnia (rys. 148). Gdyby wąs pozostał wyprostowany, łatwo mógłby się oderwać od podpory, gdy wiatr poruszy silnie rośliną. Po skręceniu zaś działa jak sprężyna, pozwalając roślinie oddalać się pod działaniem wiatru i zbliżać, nie odrywając się.

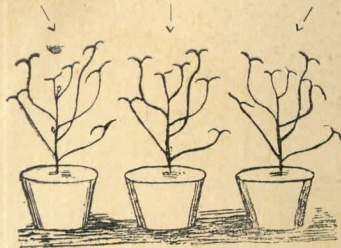
Widzimy z tego, że wąs jest tak wrażliwy na dotknięcie, że podrażnienie jakiego doznał jego koniec, przenosi się na cały wąs. Ta czułość wąsów jest tak znaczna, że wąsy owijają się wnet nawet dokoła wyprężonej nici, włosa i t. p. Wiemy już, że to cze-



rys. 148.

panie się wąsów pomaga roślinie wznosić się ku górze. Korzenie, jak wiemy, są również wrażliwe na dotknięcie, lecz zachowują się odwrotnie aniżeli pędy, bo koniuszeczki ich, napotkawszy twarde przedmioty, np. kamienie, odwracają się od nich. Korzenie są również wrażliwe na wilgoć, ku której się zwracają, podczas gdy łodygi zachowują się przeciwnie.

Na światło wrażliwe są także wszystkie organy rośliny. Liście zwracają pod wpływem światła swe blaszki ku niemu, tak, że blaszki stoją zawsze w poprzek promieni światła, prostopadle do nich, ogonki zaś są zwrócone zawsze w kierunku promieni. W miarę, jak w ciągu dnia położenie słońca się zmienia, przemieszczając się z wschodu na zachód, blaszki liści, które zawsze zwracają się swą powierzchnią górną prostopadle do promieni słońca, zmieniają również za słońcem swe położenie (rys. 149), jest to właśnie przyczyna owego zmiennego wyglądu roślin, w różnych porach doby, o którym poprzed-



rys. 149.

nio mówiliśmy, choć ruchy te, jak wogóle wszystkie ruchy, roślin odbywają się tak wolno, że trudno je dostrzedz, z którego to powodu uważamy zwykle rośliny za nieruchliwe. Zwracanie się liści za słońcem najlepiej zobaczyć można, obserwując bardzo pospolity u nas ślaz krągłolistny (*Malva rotundifolia*), łubin i wiele innych roślin. Korzenie roślin, jak wiemy, okazują również wrażliwość na światło, którego unikają; zwracają się bowiem koniuszeczkami zawsze w stronę przeciwną źródłu światła, ku miejscom zacienionym; korzenie przybyszowe, wychodzące z boku łodygi, wyrastają zawsze z tej strony, która jest odwrócona od światła (rys. 41 a).

To samo bywa z wąsami roślin, które przez to mają ułatwione zadanie, bo jeżeli jakaś strona rośliny jest oświetlona, to widocznie przed nią nie stoi żaden przedmiot, któryby jej światło zasłaniał, a więc z tej strony wąsy nie znalazłyby punktu do zaczepienia się. Liście niektórych roślin z rodzaju konieczyny, szczawika, akacyi, mające po kilka blaszek osadzonych na jednym ogonku, wykonywują wraz ze zmianą oświetlenia ruchy, prostując się na świetle a stulając w ciemności. Szczawik np. ma trzy blaszki małe, sercowate, osadzone na końcu ogonka, które na świetle rozłożone są poziomo, w nocy zaś lub w razie umyślnego zaciemnienia zwieszają się pionowo ku dołowi, przytulając się do siebie na podobieństwo prętów zamykanego parasola.

Pierzaste listki niektórych akacyj również w ciemności przytulają się parzysto do siebie. Blaszki takich złożonych liści przyczepione są do wspólnego ogonka króciutkimi ogoneczkami, które jednak w rzeczywistości nie są ogonkami, lecz organami ruchu, stawami, za pomocą których liście wykonywują poruszenia ku górze i na dół, pod wpływem podrażnienia spowodowanego przez światło. U wielu roślin nie tylko te blaszki, lecz cały liść wraz z głównym ogonkiem zwiesza się na noc ku dołowi, co nadaje roślinie pozór jakoby zapadła w sen, tak że zwykle nazywamy to zjawisko „snem roślin”. Można to zjawisko badać np. na liściach fasoli i przekonać się przytem, że jeżeli blaszki liścia odetniemy, pozostawiając ogoneczki na wspólnym ogonku, to te ostatnie również wykonywać będą takie ruchy; one to są więc organami ruchu wrażliwymi na światło.

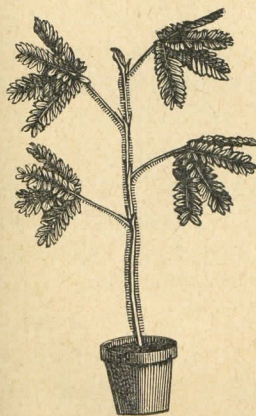
Jeżeli badać będziemy konieczynę czerwoną (*Trifolium pratense*) lub inną, zobaczymy, że w zwykłym stanie liście jej w dzień wyprostowane, w nocy pogrążają się w sen; lecz jeżeli roślinę trzymamy przez długi czas w ciemności, lub przeciwnie, w jednostajnym oświetleniu, to po upływie często już jednej doby zwykły ruch dzienny i nocny liści ustaje, a natomiast listki poczynają wykonywać regularne, rytmiczne ruchy, przyjmując położenieienne i nocne co dwie godziny. Tych ruchów nie widzimy wcale w roślinie rosnącej na wolności, gdyż daleko silniejsze działanie światła dziennego i jego zmiana nocna przytłumia je.

U rośliny zwanej wahadlikiem (*Hedysarum gyrans*), rosnącej w gorących krajach, liść złożony jest z jednej większej blaszki, po bokach której siedzą dwie małe blaszki, wykonywujące bezustannie co kilka minut ruch ku górze i na dół, podczas gdy blaszka środkowa większa wykonywa jeden taki ruch w ciągu doby.

O innej ciekawej roślinie zwanej czułkiem (*Mimosa pudica*), pewnie nieraz słyszeliście. Liście czułka (rys. 150), złożone z drobnych blaszek osadzonych po obu stronach długiego ogonka jak w akacyach, są bardzo wrażliwe na dotknięcie, pod wpływem którego przytulają się do siebie (rys. 152). Podrażnienie to przenosi się coraz dalej, tak że za pierwszą parą blaszek, opada zaraz następna para i t. d., wreszcie i cały liść z temi zamkniętymi blaszkami zwiesza się ku dołowi. Wystarczy zlekka dotknąć się ogonka przy nasadzie, aby listki stuliły się i cały liść opadł, a jeżeli podrażnienie było

dość silne, to za tym liściem zwieszają się tak samo po kolei i wszystkie inne liście tej rośliny, która przez to zupełnie zmienia swój wygląd (rys. 151). Taki sam skutek wywiera wstrząśnienie ziemi, spowodowane przez przejeżdżający powóz, zasłonięcie światła padającego na roślinę i t. d. W ten sam sposób zwieszają się listki i liście czułka do snu nocnego.

Przekonano się, że w tych wszystkich razach bezpośrednią przyczyną opadania liści w ciemności, czy



rys. 150.



rys. 151.



rys. 152.

pod wpływem dotknięcia, jest woda zawarta w komórkach organów ruchu, t. j. w nasadzie ogonka. Jeżeli liść czułka np. odetniemy, pozostawiając tylko staw ogonka, wówczas widzimy, że gdy ten staw drażnimy, z dolnych jego tkanek występuje woda (w całym liściu ta woda wchodzi w blaszkę), wskutek czego dolna część ogonka skraca się i przez to

ogonek zwiesza się ku dołowi. Gdy podrażnienie ustaje, woda wstępuje znowu w dolne tkanki ogonka i ogonek się prostuje.

Dlaczego jednak woda za dotknięciem ogonka występuje? Widocznie jest to skutek wrażliwości zarodni komórek w ogonku, która odczuwszy dotknięcie, wstrząśnienie, czy zmianę światła kurczy się i wyciska z komórki wodę. Dlatego wszelkie wrażenie, zarówno dotknięcie, jak zmiana natężenia światła i inne podniety działają tu jednakowo. Czulek np. jest wrażliwy na różne bodźce, można go uspić np. chloroformem, eterem lub innemi środkami znieczulającymi, działającymi na człowieka i zwierzęta. Gdy czulek przykryjemy kloszem szklanym, pod który włożymy gąbkę, napojoną chloroformem, listki wkrótce się stulą, ogonki opadną tak jak w nocy lub przy silnem wstrząśnieniu (rys. 151); roślina została uspiona i znieczulona, jak człowiek lub zwierzę pod wpływem pary chloroformu. Gdy klosz zdejmujemy, gąbkę usuniemy, to w świeżem powietrzu roślina po pewnym czasie przychodzi do siebie, listki i ogonki się prostują. Zarówno w tym razie w czułku, jak i przy zwykłym śnie nocnym naszych roślin, najbliższą przyczyną zjawiska jest przemieszczanie się wody z ogonka, a raczej z organu ruchu, ale dalszą, główną przyczyną jest wrażliwość zarodni na bodźce.

Główna więc przyczyna wszystkich ruchów roślin leży w wewnętrznych właściwościach rośliny, w wrażliwości jej zarodni czyli plazmy.

Widzimy z tych wszystkich przykładów, że cała roślina, wszystkie jej organy, zarówno korzenie, jak

łodygi, wasy, ogonki, liście, gruczołki i kwiaty są wrażliwe na dotknięcie, wilgoć, światło i pod wpływem tych bodźców wykonywują ruchy; ta wrażliwość jest własnością zarodni, zawartej w komórkach tych organów.

XXI. Czynniki zewnętrzne i ich wpływ na ukształtowanie roślin.

Całe życie rośliny i jej czynności są zależne, jak widzieliśmy, z jednej strony od wewnętrznych właściwości samej rośliny, z drugiej od wpływów zewnętrznych. Do czynności zaś życiowych przystosowuje się i budowa wewnętrzna rośliny i co za tem idzie postać zewnętrzna. Z wewnętrznych właściwości najważniejsze polegają na wrażliwości zarodni, zdolności ciałek zieleni przyswajania węgla, elastyczności ścianek komórkowych i ich przesiąkliwości, zdolności ścianek do drzewnienia, korkowacenia i t. p., higroskopijności innych składników komórki, i t. d. O tych właściwościach mówiliśmy już wyżej; zresztą nie wiele jeszcze o nich wiemy. Zewnętrzne czynniki, które wpływają na życie roślin mogą być rozmaite i od nich również tak życie jak i postać rośliny zależy. Każde dotknięcie, każdy napotkany przedmiot stały może zmienić kształt rośliny, korzenie np. pod wpływem dotknięcia o taki przedmiot, np. o kamień, wyginają się i odchylają od niego, łodygi wijące, przeciwnie, naginają się ku niemu i t. d., tak, że postać ich zależy od tego czy obok rośliny istnieje obce jakieś ciało lub nie. Tak zawsze znajduje się roślina w zależności od swego otoczenia.

Z otoczenia rośliny najważniejszy wpływ wywiera, jak widzieliśmy: 1) ziemia, stanowiąca punkt przyczepienia dla rośliny i dostarczająca jej pokarmu mineralnego; 2) powietrze, dostarczające roślinie dwutlenku węgla, niezbędnego do odżywiania i tlenu, niezbędnego od oddychania; 3) wreszcie woda, stanowiąca bardzo ważny i rozlicznie działający czynnik. O ziemi i powietrzu mówiliśmy już obszernie wyżej.

Woda, wsiąkająca do nasienia napawa ciało organiczne złożone w nasieniu, które pęczniąc, rozrywają skórkę nasienia i umożliwiają wydostanie się z nasienia kiełkującej roślinki; woda w nasieniu pobudza do działania fermenty, które rozpuszczają nagromadzony pokarm; woda wraz z tym pokarmem wsiąka do zarodka nasienia, przez co zarodek powiększa się, rośnie. I w dojrzałej roślinie woda stanowi najważniejszą przyczynę wzrostu i dostarcza jej pokarmu mineralnego z ziemi; umożliwia przenoszenie się soków z jednych części rośliny w inne; paruje wreszcie przez liście, wskutek czego soki ożywiają się świeżą wodą; wskutek tego parowania nagromadza się coraz więcej pokarmu mineralnego w roślinie, który z parującą wodą nie uchodzi. I nie tylko woda wsiąkająca z ziemi i krążąca po roślinie, ale i para wodna unosząca się w powietrzu wywiera stały na roślinę wpływ. Im wilgotniejsze jest powietrze, tem mniej wody z rośliny paruje, tem lepiej więc ona rośnie, ale tylko do pewnego stopnia; jeżeli powietrze jest zbyt wilgocią przesiąknięte, wzrost ustaje, gdyż parowanie wody z rośliny, a co zatem idzie i wsiąkanie świeżej wody z ziemi, zostaje wstrzymane. Gdy więc nadmiar wilgoci w powietrzu trwa długo, roślina nie tylko rosnąć przestaje, lecz wreszcie zupełnie ginie, tak samo jak w czasie długo trwałej suszy, która działa również szkodliwie, gdyż wówczas rośliny ciągle tylko wodę wydzielają, podczas gdy z ziemi skapo ją otrzymują.

Tak samo, jak już wiemy, szkodliwy jest nadmiar wody w ziemi; lądowe rośliny zbyt wilgotnego gruntu nie znoszą, gdyż woda wypełniając wszystkie miejsca puste pomiędzy grudkami ziemi, nie dopuszcza powietrza, korzeni nie-

ma czem oddychać i zostaje uduszony. Z tego powodu z pól zalanych odprowadzają wodę kanałami lub rurami (drenowanie). Na ten ważny czynnik są rośliny bardzo wrażliwe; mówiliśmy już o tem niejednokrotnie, jak czułe są młode korzonki i koniuszczki korzeni na wilgoć. Tak samo wrażliwymi zdają się być i młode pędy, choć zachowują się wogóle odwrotnie aniżeli korzenie. Jeżeli młodym roślinom rosnącym przylega stale jedną stroną do przedmiotu wilgotnego, np. gąbki napojonej wodą, wówczas odwraca się on w stronę przeciwną; ten czynnik więc również wywiera wpływ na postać rośliny. Wrażliwość roślin na wilgoć nazywamy *hydrotropizmem*. O korzeniach, które zwracają się ku miejscom wilgotnym powiadamy, że są obdarzone *hydrotropizmem* dodatnim, łodygi zaś i wogóle pędy mają *hydrotropizm* ujemny.

Widzieliśmy jednak, że nie tylko materyalne otoczenie, ale i siły działające z odległości wpływają na upostaciowanie i życie roślin. Na świecie działają bezustannie siły takie, jak ciążenie, światło, ciepło i t. d., którym podlegają wszystkie ciała, tak martwe jak i żywe; podlegają więc im i rośliny. Prócz tego na roślinę działają różne siły uboczne, np. wiatry, grady, uszkodzenia dokonywane przez zwierzęta i t. d. Bardziej ciekawi czytelnicy znajdą poniżej szczegółowsze objaśnienie, dotyczące wpływu na rośliny ważniejszych takich czynników:

Ciążenie, zwykle nazywane przyciąganiem ziemi, jest siłą, której podlegają wszystkie przedmioty. Niema ciała, któreby nie było przyciągane przez ziemię; rośliny również podlegają ciążeniu, dzięki któremu uschłe liście lub dojrzałe owoce spadają na ziemię. Pod wpływem ciążenia korzenie rosną ku dołowi. Ale dlaczego łodygi rosną ku górze, przecież sprzeciwia się to ciążeniu? Czy może na łodygę działa inna jeszcze siła, która przeciwdziała ciążeniu? Może to jest wpływ światła, ku któremu rośliny dążą? Wykona-

no w tym kierunku liczne doświadczenia. Zasiewano np. rośliny w doniczkach i skrzynkach z ziemią, zawieszonych dnem ku górze, tak, że ziemia otrzymywała światło tylko z dołu, a więc i pod wpływem ciężenia i pod wpływem światła, lodygi zasianych roślin powinny się zwrócić ku dołowi; jednak wyrastały one zawsze ku górze, a korzenie, choć w zwykłych warunkach unikają światła, tutaj, zmuszone, rosły ku światłu, bo dążyły ku dołowi. Korzenie dążą także do miejsc wilgotnych, których pędy znów unikają, sądzono więc, że może to jest przyczyną odmiennego kierunku wzrostu korzenia i lodygi, ale doświadczenia i temu zaprzeczyły. Choć lodygi zwracają się do światła, a unikają wilgoci, jednak przyczyna ich wzrostu w kierunku ku górze nie w tych leży siłach.

Wszędzie dokoła kuli ziemskiej, zarówno u nas, jak i na przeciwnej półkuli, drzewa, krzaki i zioła zwracają swe lodygi pionowo w górę, korzenie zaś pionowo na dół; jakkolwiek umieścimy nasioną w ziemi, w prostym kierunku czy odwrotnie, wyrosłe z nich korzonki zwracają się wnet ku dołowi, a lodyżki pionowo w górę.

Siła, która działa we wszystkich miejscach kuli ziemskiej zawsze w kierunku pionowym, jest tylko jedna: jest nią ciężenie. Musimy więc przyjąć, że zarówno przyczyną kierunku wzrostu korzeni, jako i lodyg, choć te dwa kierunki są sobie przeciwne, jest jedna i ta sama siła, t. j. ciężenie.

Przekonano się o tem za pomocą doświadczeń. Wzięto wilgotny sześcianik torfu, na którym umieszczono kielkującą nasioną; korzonki kielkujących roślin, jak zwykle rosły na nim ku dołowi, a pędy zwróciły się ku górze. Gdy jednak przez środek sześcianika przetknięto poziomo drążek, który obracano równomiernie (za pomocą mechanizmu zegarowego), tak że każda powierzchnia sześcianika była zwrócona raz ku górze, to znów ku dołowi, zniesiono przez to niejako działanie siły ciężenia, bo o ile w jednym położeniu sześcianika korzenie roślin zwracały się ku dołowi, a lodygi ku górze, o tyle za chwilę korzenie zwracały się ku górze, a lodygi na dół, tak, że siła ciężenia działała na te

organy w jednym kierunku, to znów wprost przeciwnym i znosiła to; co przed chwilą zdziałała, a więc siła ciężenia nie wywierała właściwie żadnego skutku na te rośliny, zasiane na sześcianiku. Otóż przekonano się, że w takim obracającym się sześcianiku, w którym siła ciężenia nie działa, bo sama się znosi, rosną rośliny w takim kierunku, w jakim zostaną umieszczone; tak, że jeżeli kielkująca roślina zostanie na nim umieszczona w ten sposób, że będzie zwrócona korzeniem ku górze, a lodygą na dół, to organy te dalej w tym kierunku rosną; to samo będzie jeżeli te roślinki umieścimy np. poziomo; zarówno korzenie jak i lodygi rosną wówczas poziomo i t. d.

Widzimy z tego, że to tylko siła ciężenia zwraca korzenie na dół, a lodygi ku górze. Ta siła działa na rośliny stale, niezależnie od innych warunków i z taką energią, że gdy roślinę umyślnie zegniami, lub położymy ją np. z doniczką poziomo, to zarówno w świetle jak i w ciemności lodyga wnet pocznie się wznosić ku górze, aż wyprostuje się pionowo zupełnie, korzenie zaś tak samo zwracają się na dół.

Ciekawe jest też działanie tej siły na źdźbła traw; gdy pod działaniem silnego wiatru, gradu, ulewy lub innej siły, lodyga trawy lub zboża zegnije się i legnie na ziemię, wygina się ona wkrótce sama z siebie, pod wpływem ciężenia ku górze, ale wygięcie to odbywa się tylko w kolankach, t. j. owych zgrubieniach, któremi źdźbła traw są opatrzone w węzłach. W tym wypadku kolanko leżące na ziemi poczyną wnet rosnąć szybciej w dolnej swej części, podczas gdy górna powierzchnia kolanka przestaje rosnąć, staje się krótszą od dolnej powierzchni i wskutek tego całe kolanko wraz z lodygą wygina się ku górze.

Wijące się rośliny mogą się owijać tylko dokoła pionowych podpór, wokoło poziomych nie owijają się wcale, gdyż wówczas musiałaby lodyga, dotknawszy się takiej podpory, zwrócić się ku dołowi, co się sprzeciwia działaniu siły ciężenia na lodygę.

Ale dlaczego ta siła działa w tak dziwny i niewłaściwy sobie sposób na lodygi, zwracając je ku górze? Tego nie-

stety, zupełnie nie wiemy. Starano się to wytłumaczyć w taki sposób, że gdy kielkująca lodyga leży poziomo na ziemi, soki odżywcze spływają w niej pod wpływem ciężenia na dół, ku dolnej jej powierzchni, wskutek czego ta dolna strona lodygi, otrzymując więcej soków, rośnie szybciej, aniżeli górna; dolna strona więc musi się wygiąć ku górze, wypuklając się, podczas gdy górna wstrzymana we wzroście staje się wklęsłą; tym sposobem lodyga musi się zawsze zwrócić pionowo w górę; korzenie zaś rosną z tego samego powodu ku dołowi, wskutek odmiennej budowy swych tkanek. Komórki korzeni bowiem ułożone są na powierzchni nie wzdłuż, jak w lodygach, lecz w poprzek, gdy więc korzeń leży poziomo, soki odżywcze spływają również ku dolnej powierzchni korzenia, komórki tej dolnej powierzchni zaczynają wskutek tego rosnąć szybciej, ale że są ułożone poprzecznie, przeto zostają naprężone głównie w kierunku poprzecznym i dla tego w kierunku długości korzenia skracają się, zupełnie tak, jak gdy rozciągamy rurkę gumową wzdłuż, staje się ona węższą w poprzek. Gdy więc wskutek wzrostu komórek, wszystkie komórki dolnej powierzchni leżącego korzenia, wydłużając się w kierunku poprzecznym, skracają się w kierunku długości, przeto i cała dolna powierzchnia korzenia skrócić się musi, górna zaś powierzchnia wstrzymana we wzroście, zwolniona z naprężenia, staje się wiotką i wydłuża się. Cały korzeń musi się wskutek tego zwrócić ku dołowi, tak jak lodyga zwróciła się ku górze.

To objaśnienie nie wyjaśnia nam jednak wcale, dlaczego gałęzie przeważnej części roślin, rosną ukośnie, pochyło lub poziomo, a nawet ku dołowi, jak to widzimy np. w wielu wierzbach, brzozech, jesionach, które z tego powodu nazywamy „płaczącymi”; nie wyjaśnia nam to dlaczego lodygi czolągające się, podnoszące i t. d. leżą poziomo, dlaczego boczne korzenie rosną ukośnie, często nawet poziomo i t. d. Sposób więc w jaki ciężenie działa na wzrost różnych organów roślin i przyczyna odmiennego działania ciężenia na korzeń i lodygę, są jeszcze nie wyjaśnione. To działanie ciężenia na roślinę nazywa się *geotropizmem*. Działanie ciężenia na korzenie, które się ku środkowi ziemi

zwracają, nazywamy *geotropizmem dodatnim*; odwrotnie, działanie, jakie ciężenie wywiera np. na lodygi przeważnej części roślin nazywamy *geotropizmem ujemnym*.

Światło słoneczne, jak widzieliśmy, jest również siłą, wywierającą ważny wpływ na życie roślin. Mówiliśmy już o tem, jak ważnem jest światło dla odżywiania roślin. Dziwnem przeto powinno się wydać, że światło konieczne do życia rośliny, wcale nie jest potrzebne do jej wzrostu, a nawet wzrost roślin powstrzymuje. Roślina rosnąć może i bez światła, a nawet w ciemności rośnie lepiej aniżeli w świetle, na co zresztą zgodzi się każdy, kto sobie przypomni, że ziemniaki, leżące w ciemnej piwnicy wypuszczają długie, cienkie, białe pędy, które rosną szybciej i są dłuższe, aniżeli pędy wyrosłe na świetle, choć są za to cienkie i wiotkie. Jeżeli rośliny w ciemności żyć po pewnym czasie przestają, dzieje się to, jak wiemy, wskutek tego, że bez światła nie mogą przyswajać węgla, a więc brak im pokarmu.

Lecz rośliny mające nagromadzony zawczasu zapas pożywienia, z którego czerpać mogą, rosną w ciemności bardzo dobrze; tak wyrastać mogą bulwy, cebule, nasiona, i t. p. Jeżeli roślinę trzymamy zamkniętą w ciemnej skrzyni, w której z boku porobione są otwory, rośnie ona szybko, lecz lodygi jej są cienkie i wiotkie, liście słabo rozwinięte i białe; skoro dorośnie do otworów w ścianie skrzyni, przez które lodygi jej wydostają się na zewnątrz, lodygi te sztywnieją i grubieją, liście rozwijają się i zielenią, lecz za to rośnie wolniej. Pokładanie się zbóż pochodzi właśnie najczęściej z tego, że zboże jest zbyt gęsto siane, tak, że tylko kłosa otrzymują dostateczną ilość światła i należycie się rozwijają, podczas gdy żdźbła są jedne przez drugie ocienione i dlatego są cienkie, wiotkie i długie i nie mogą unieść ciężaru kłosów, a pod wpływem silniejszego wiatru lub ulewy gną się i kładą. Dlatego też zboża rosnące na skraju pola mają lodyżki grubsze choć krótsze. Światło więc powstrzymuje wzrost.

Na tej zasadzie starano się objaśnić przyczynę zwraca-

nia pędów ku światłu, wiadomo bowiem, że jeżeli roślina jest z jednej tylko strony oświetlona, jak to bywa np. w roślinach trzymanyh w mieszkaniach, wówczas pędy tych roślin zginają się w stronę światła. Otóż objaśniono to tem właśnie, że światło powstrzymuje wzrost, a więc strona oświetlona rośnie wolniej aniżeli odwrotna strona łodygi, nie otrzymująca światła, wskutek czego, jak już wiemy, strona oświetlona musi się stać krótszą i wklęsłą, odwrotna strona, dłuższa, staje się wypukłą i cała łodyga zwraca się ku światłu. To działanie światła nazywamy heliotropizmem; organy zwracające się ku światłu, jak np. łodygi obdarzone są heliotropizmem dodatnim, organy zaś odwracające się od światła—heliotropizmem ujemnym.

Ponieważ łodygi lub części łodyg wystawione na działanie światła są zawsze grubsze, a ich komórki, jak się przekonano, otoczone są grubszymi ściankami, aniżeli w łodygach rosnących w ciemności, przeto możnaby istotnie objaśnić poniekąd to zjawisko w ten sposób, że zaródź w komórkach roślin wrażliwa na światło, skupia się w oświetlonej stronie łodygi (zupełnie tek samo przecież są wrażliwe na światło owe wodorosty mikroskopowe w wodzie zaczerpniętej ze stawu, które skupiają się po stronie oświetlonej talerza, jak to poprzednio opisaliśmy), i z tej strony wytwarza grubsze ścianki, nie dające się tak silnie wyprężyć, podczas gdy na odwrotnej stronie łodygi ścianki komórek pozostają cienkie i podlegają silniejszemu naprężeniu przez wodę. Skutkiem tego musi być wydłużenie się zacienionej strony i wygięcie się całej łodygi ku światłu.

To objaśnienie nie jest jednak dostateczne wobec tego, że łodygi niektórych roślin nie zwracają się ku światłu lecz przeciwnie, odwracają się od niego, jak korzenie, mają więc heliotropizm ujemny, jak np. łodygi bluszczu, dalej, że jedne części tej samej łodygi, np. stare części łodygi nasturcyi mają heliotropizm ujemny, inne części np. młode części nasturcyi zwracają się ku światłu i t. d. Na pewno wiemy tylko to, że powierzchnie liści zwracają się pod wpływem heliotropizmu prostopadle do światła. Rośliny rosnące swobodnie na otwartem miejscu są przed połud-

niem oświetlone z jednej, po południu z drugiej strony, nie może więc w nich nastąpić widoczne wygięcie się łodyg; ale rośliny rosnące np. w mieszkaniu otrzymują światło zawsze tylko z jednej strony, od strony okna, a więc liście i łodygi wyginają się stale w jednym kierunku, ku oknu.

Atoli nietylko kierunek wzrostu lecz i ustrój wewnętrzny rośliny i rodzaj organów jakie wydaje, zależne są od działania światła, tak, że cała postać rośliny zależna jest od działania czynników zewnętrznych. Tak np. nowa ścianka powstająca wewnątrz dzielącej się komórki, w niektórych roślinach tworzy się zawsze poziomo, widocznie pod wpływem ciężenia, w innych znów tworzy się ona prostopadle do promieni słońca i t. d. Paprocie w miejsce nasion, jak wiemy, tworzą drobne zarodniki, pojedyncze komórki, które padwszy na wilgotny grunt, kiełkują i tworzą z początku drobny listek leżący poziomo na ziemi. Na dolnej stronie tego listka, przylegającej do ziemi tworzą się korzonki i organy rozrodcze, z których dopiero właściwa paproć wyrasta. Jeżeli jednak tę dolną stronę umyślnie oświetlimy, a górną pozostawimy w ciemności, to korzonki i organy rozrodcze utworzą się na stronie górnej. W każdym liściu, jak wiemy pod górnym naskórkiem znajduje się tkanka pałisadowa; gdy liść odwrócimy i przytwierdzimy go tak, aby dolna strona była ciągle oświetlona, to pod jej naskórkiem wytworzy się również taka sama tkanka. Nawet całe organy udało się sztucznie wytworzyć w niewłaściwych miejscach za pomocą takiego działania na te miejsca zewnętrznymi siłami; wytwarzano np. korzenie na jednej stronie łodygi, gdy tę stronę trzymano w ciemności. Jeżeli doniczkę, w której wyrósł kartofel wstawimy do ciemnej, zamkniętej ze stron wszystkich obszernej skrzyni tak, aby dolna część łodygi kartofla znajdowała się w skrzyni, a górna część wraz z liśćmi wystawała z niej i była oświetlona, wówczas z zacienionej części łodygi wyrastają boczne gałązki, podobne do podziemnych kłaczki kartofla, i na tych gałązkach tworzą się nad ziemią, po za doniczką bulwy kartoflane. Te gałązki z bulwami tworzą się z pączków na łodydze, w których na świetle wyrosłyby gałązki.

Widzimy z tego, że jeżeli zwykle bulwy kartoflane nie tworzą się nad powierzchnią ziemi, to jest to skutek działania światła, i innych sił zewnętrznych. Powszechnie znaleźć można u nas sałatę jadowitą (*Lactuca scariola*), która jeżeli rośnie nad drogami, zwaliskami i t. d. w miejscach dobrze oświetlonych, ma górne, siedzące liście zwrócone końcami na północ i południe, tak, że może służyć za busołą wskazującą strony świata; jest to także wpływ światła; w mniej oświetlonych miejscach rosnąc rozpościera ta roślina swoje górne, bezogonkowe liście, zarówno jak i dolne w różne strony. I we wszystkich roślinach układ liści zdaje się zależeć od światła; liście bowiem są rozstawione na łodydze tak, że dolne nie są zacienione przez górne; taki cel ma np. często spotykany układ międzyległy, o którym mówiliśmy. Kwiaty jaskru polnego, kozibrodu obracają się regularnie za słońcem, główka kwiatowa słonecznika jest zawsze zwrócona w stronę najbardziej oświetloną i t. d. O tem, że światło jest także przyczyną ruchu, np. ruchu ciałek zieleni w komórkach, także ruchu wodorostów, że światło podnosi liście roślin, opadające znów w ciemności, jakby pogrążając się w sen, już mówiliśmy. Widzimy z tego jak silnym bodźcem działającym na zaródz roślin jest światło i jak silnie wpływa ono zarówno na upostaciowanie, jak i na czynności życiowe rośliny.

Ciepło słoneczne jest taką samą siłą działającą na roślinę jak ciężenie i światło. Bez dostatecznego ciepła nie kiełkują rośliny; ciepło jak i woda potrzebne są jednocześnie do pobudzenia fermentów zawartych w nasieniu. Widzieliśmy, że rośliny tem lepiej rosną, im wyższą jest otaczająca temperatura, ale tylko do pewnego stopnia, zbyt wysokiej temperatury, tak samo jak i zbyt niskiej, rośliny, nie znoszą. Temperatury, przy której woda zamarza, t. j. temperatury 0° większa część roślin przenieść nie może i dlatego nadziemne łodygi zielnych roślin, nawet trwałych, w tej ciepłocie zamierają, choć niektóre niższe rośliny, np. bakterye, żyją w niższej temperaturze, np. w lodzie (co pochodzi stąd, że wskutek oddychania tych istot wytwarza się dokoła nich wyższe nieco ciepło), a drobne komóreczki,

oddzielane przez te istoty, z których one się rozmnażają, czyli t. zw. zarodniki, przenoszą temperatury b. niskie (niektóre nawet do -110° C).

Często się zdarza, że nawet drzewa nie wytrzymują zimną siłnych mrozów i giną, co dla właścicieli sadów owocowych bywa przyczyną znacznych nieraz strat, a co pochodzi głównie z tego, że w drzewach tych zamarza znajdująca się w nich woda. Zwykle jednak pnie drzew są wewnątrz całkowicie zdrzewniałe, a drzewo jest złym przewodnikiem ciepła, tak że woda znajdująca się wewnątrz zdrzewniałych naczyni nie zamarza; nazewnątr zaś są pnie drzew otoczone korą, żywicą, chroniącemi je od zamarzania. Liście jednak, ani kwiaty przetrzymaćby mrozów nie mogły, pozostające zaś na zimę młode części, np. pączki, zawierają bardzo mało wody i otaczają się puszystem uwłosieniem, żywicą i t. d. Woda zawarta w roślinach nie zamarza jednak wówczas gdy marznie woda znajdująca się w ziemi na otwartem powietrzu, t. j. w ciepłocie 0° , gdyż naprzód wewnątrz rośliny, wskutek oddychania i wskutek złych przewodników ciepła, jest temperatura zawsze nieco wyższa, a powtórę, woda w roślinach nie jest wodą czystą, lecz roztworem soli i ciał organicznych (np. cukru), który wymaga do zupełnego ścięcia się w lód niższej temperatury. Z tego to powodu, gdy panuje tak wielkie zimno, iż woda na powietrzu zamarza, wówczas wewnątrz rośliny komórki zawierające zaródz i sok komórkowy z rospuszczonego w nim ciałami, jeszcze nie zamarzają i żyć dalej mogą.

Nawet przy silniejszym jeszcze mrozie, przy którymby i sok komórkowy z rośliny wydobyty na powietrzu ściał się w lód, wewnątrz rośliny może on jeszcze pozostać płynny, bo we wnętrzu rośliny jest w czasie mrozu zawsze cieplej aniżeli na zewnątrz niej i to nie tylko wskutek oddychania rośliny, lecz i z tego głównie powodu, że w roślinie płynie woda, którą korzenie pobierają z głębi ziemi, gdzie woda jest jeszcze płynną i nieco cieplejszą aniżeli na powierzchni. To też rośliny mające korzenie rozpostarte tuż pod powierzchnią ziemi prędzej zamarzają i przeciwnie na wiosnę prędzej puszczają z paków świeże pędy, aniżeli ro-

śliny zapuszczające korzenie głęboko w ziemię, gdzie woda zimą później zamarza, ale też i później na wiosnę taje. W czasie jednak silnych mrozów może i sok komórkowy wewnątrz rośliny zamarznąć, przyczem woda oddziela się od rozpuszczonych w niej ciał.

Gdy wystawiamy roztwór soli na silne zimno, wówczas oddziela się z roztworu część wody, która zamarza, a pozostała część zawiera w sobie całą sól, tak że roztwór soli staje się przez to gęstszy; im silniejszy jest mróz tem coraz więcej oddziela się z roztworu wody czystej, która się w lód ścina i coraz gęstszy pozostaje roztwór. Tak bywa i przy zamarzaniu soku komórkowego; w czasie silnego mrozu woda z komórek wysiaka w przestrzenie międzykomórkowe i tam się ścina w lód; im silniejszy jest mróz, tem coraz więcej wody z komórek wysiaka w przestrzenie międzykomórkowe; wskutek czego napężenie komórek ustaje, organy tracą swoją sztywność, stają się wiotkie i opuszczają się ku ziemi. Tak zobaczyć można czasami w ogrodach na wiosnę, gdy nastąpią spóźnione przymrozki, jak lodygi hijacyntów, tulipanów i t. p. leżą zupełnie poziomo na ziemi, wiotkie, wskutek tego, że woda wystąpiła z ich komórek. Przestrzenie międzykomórkowe, w których zamarza woda wysiakająca z komórek, zawierają z tej przyczyny zimą kawałki lodu, podczas gdy w samych komórkach lodu zwykle niema. Gdy woda zamienia się w lód, wówczas zawsze się rozszerza, tak, że lód zajmuje zawsze więcej miejsca aniżeli woda, z której powstał; z tego powodu butelka z wodą na mrozie pęka, gdyż woda, zamarzając, rozszerza się z taką siłą, iż rozrywa ścianki naczyń; z tego powodu wilgotne drzewo pęka na mrozie; woda, marznąca w ziemi, rozluźnia zimą ziemię i czyni ją pulchniejszą. Tak samo i woda, marznąca w przestrzeniach międzykomórkowych rozpycha je i rozluźnia tkanki.

W jesieni tworzy się w roślinie w miejscu, gdzie ogonek liścia z lodygi lub gałęzi wyrasta, poprzeczna tkanka korkowa w ogonku; gdy w jesieni nastąpią nagle przymrozki, woda w tej tkance zamarza i rozluźnia ją, wskutek czego liść odrywa się i opada; tak w jesieni często po nocnym przy-

mrozku następuje nagle i obfite opadanie liści z drzew. Jak wiadomo, ze wszystkich prawie drzew naszych opadają w jesieni liście. W niektórych tylko roślinach zwanych z tego powodu wieczniezielonemi, jak np. w naszych drzewach iglastych, liście pozostają przez lat kilka. Takie liście, pozostające na zimę, przyjmują czasami barwę brunatną lub czerwoną; dzieje się to wskutek tego, że ciała zieleni w liściach niektórych takich roślin w jesieni rozpływają się, tworząc masę protoplazmatyczną czerwoną lub żółto-brunatną, w niektórych innych zaś roślinach ciała zieleni skupiają się przy ściance komórki w kłaczki, w świetle zaś komórki gromadzi się barwnik karminowy płynny lub w postaci kuli (zawierającej głównie garbnik), nadający liściom barwę czerwoną. Gdy nastąpi cieplejsza pora, lub gdy roślinę przeniesiemy umyślnie w ciepłe miejsce, wówczas lód w przestrzeniach międzykomórkowych taje i jako woda wsiąka napowrót do komórki; w liściach pozostających na zimę barwnik znów znika, a ciała zieleni przyjmują poprzednią postać i położenie. Im silniejszy jest mróz, tem więcej wody wysiaka z komórek i zamarza; wreszcie gdy zimno jest tak wielkie, że zbyt wiele wody z komórek wysiaka, wówczas zaródź tych komórek pozbawiona wody zamiera i ożyć, po odtajaniu nawet wody, już nie może; roślina lub organ tak zamarzły żyć przestaje zupełnie. Dzieje się to często i z tego powodu, że w czasie silnych wiatrów zarówno lód w przestrzeniach międzykomórkowych jak i woda z drzewa silnie parują, a ponieważ zimą korzenie nie pobierają już tak obficie wody z ziemi, lub nawet nie pobierają jej wcale (gdy woda i w ziemi zamarza), przeto roślina zasycha i zamiera głównie nie wskutek mrozu, lecz wskutek wyschnięcia.

Widzieliście pewnie nieraz że ogrodnicy jesienią sypią dokoła drzewek owocowych gnój lub słomę, owijają też pnie i gałęzie słomą, która jest złym przewodnikiem ciepła, i nie pozwala ciepłu z wnętrza drzewa uchodzić, lub nawet mniejsze rośliny w czasie jesiennych przymrozków przykrywają płachtami chroniącymi je tak samo od mrozu i od parowania. W niektórych okolicach, w których uprawiają wino,

gdy na wiosnę są noce jasne, bez obłoków, tak że można obawiać się chłodu, tworzą sztuczne chmury, puszczając nad plantacyami wina kłęby dymu, paląc smołę, zioła i t. p.; ten dym, tak samo jak naturalne chmury, wstrzymuje parowanie roślin i nie pozwala unieść się w górę ciepłu z ziemi. Suche nasiona wytrzymują najniższe temperatury, także z powodu braku wody, ale kiełkować rozumie się nie mogą dopóki nie znajdą się w wodzie mającej ciepłą wyżej 0°.

Najniższa ciepłota (minimum), przy jakiej rośliny mogą kiełkować lub rosnąć, jest dla różnych roślin rozmaita, dla jednych wynosi nieco wyżej 0°, dla innych już kilka stopni ciepła, a dla roślin, pochodzących z krajów gorących, nawet kilkanaście stopni wyżej 0°. Tak np. pszenica nie kiełkuje niżej 2—3°. Począwszy od tego minimum rośliny rosną i rozwijają się tem lepiej, im wyższą jest temperatura; wraz z jej podnoszeniem się przyspiesza się i wzrost roślin i ich odżywianie się, ale tylko do pewnej temperatury najprzyjaźniejszej dla życia rośliny, przy której najlepiej się odżywia i najszybciej rośnie.

Ta najprzyjaźniejsza temperatura (optimum) jest znów dla każdej rośliny inną, np. dla pszenicy wynosi około 16° C. Gdy temperatura podnosi się jeszcze wyżej po za tem optimum, rośliny również z początku rosną dobrze, ale nieco gorzej aniżeli optimum i w miarę jak temperatura się wciąż wzmacza, odżywianie się i wzrost rośliny coraz bardziej słabnie, aż wreszcie przy pewnej wysokości temperatury ustaje zupełnie. Ta najwyższa temperatura (maximum), po za którą już rośliny rosnąć nie mogą, jest znów dla każdej rośliny nieco inną, dla pszenicy wynosi około 32° C. Ciepłoty wyższej nad 50° C. żadna już roślina nie znosi, bo w tej cieplecie plazma jako ciało białkowe, ścina się; tylko zarodniki bakteryj i sinie przenoszą wyższą temperaturę, a nawet w suchym stanie żyć mogą przez czas krótki w cieplecie 123° C. Suche organy zwłaszcza suche nasiona ogrzać można również do 100°, a nawet chwilowo do 132° C, nie niszcząc ich zdolności kiełkowania.

Odpowiedni stopień ciepła jest koniecznym warunkiem dla życia każdej bez wyjątku rośliny. Bez światła słonecznego mogą się niektóre rośliny np. grzyby, obejść, ale bez ciepła, tak samo jak bez wody, pokarmu i tlenu, nie może żyć żadna roślina, bez ciepła nie mogłoby się odbywać w roślinie ani odżywianie, ani oddychanie, ani wzrost, ani ruch liści czulka czy wahadlika, ciepło powoduje też ruch i życie zarodki wewnątrz komórki, pod wpływem ciepła otwierają się też kwiaty, rozpuszczają pąki, kiełkują nasiona i t. d. Na wzrost i kierunek organów rośliny działa ciepło wprost odwrotnie, aniżeli światło. O ile rośliny mogą, jak widzieliśmy, rosnąć dobrze bez światła, w zupełnej ciemności i rosną wówczas nawet prędzej aniżeli w świetle, o tyle bez ciepła rosnałyby nie mogły wcale. Jeżeli jedną stronę lodygi ogrzewamy w ciemności, lodyga odchyła się w stronę przeciwną źródłu ciepła; korzenie zachowują się odwrotnie. To zachowywanie się rośliny względem ciepła nazywamy termotropizmem, korzenie mają termotropizm dodatni, lodygi—ujemny.

Ciepło i światło są to więc dwie różne siły działające odwrotnie na roślinę. A jednak źródło ciepła i światła jest dla roślin jedno tylko, gdyż tak ciepłem jak i światłem obdarza roślinę słońce. Zachodzi więc pytanie jak działa słońce na wzrost rośliny, czy sprzyja wzrostowi, czy nie, bo przecież jego światło wzrost tamuje, a ciepło słońca pobudza wzrost. W nocy gdy niema słońca, niema światła, któreby wzrost tamowało, ale temperatura jest też niższa, co wzrostowi nie sprzyja. To też wzrost odbywa się, jak się zdaje z tego powodu głównie w dzień ciepłe i pochmurne; ale gdy dzień jest jasny a chłodny wzrost bywa powolny, przeciwnie w ciepłą noc, zwłaszcza wilgotną, gdy obłoki pokrywają widnokrąg nieba, wzrost odbywa się szybciej aniżeli w dzień chłodne. Słowem szybkość wzrostu zależy od tego jakie czynniki w danej chwili przeważają. Na roślinę działają różne wpływy jednocześnie, roślina podlega ciągle działaniu zarówno ciążenia, jak wilgoci, ciepła i światła, z których to wpływów każdy działa na roślinę odmiennie, niezależnie od innych czynników, a wzrost rośliny za-

leży od wyniku tego różnorodnego działania, od tego, która siła w danej chwili przeważa i w jakim stopniu. Całe życie rośliny, jej zewnętrzny ustrój i postać, zależy więc od własności samej rośliny, od jej podatności na te wpływy zewnętrzne i od skutku wywieranego przez wszystkie te skomplikowane z sobą, czynniki.

XXII. Wpływ jednych organów na wzrost innych. Wpływ uszkodzeń. Wzajemny stosunek roślin.

Wzrost jednak każdego organu jest zależny nie tylko od jego własnej natury i od czynników zewnętrznych, lecz i od wzrostu innych organów tej rośliny. Jest to rzecz bardzo ciekawa. Wiadomo np., że ogrodnicy często obcinają ulistnione pędy drzew owocowych dlatego, żeby otrzymać obfitsze gałęzie na drzewku, a więc liczniejsze i lepsze owoce. Powstanie tych organów jest więc zależne od tego czy inne organy, liście, istnieją lub nie. Jedne pąki rośliny rozwijają się, inne zostają wstrzymane w rozwoju i pozostają tylko pączkami, gdy jednak tamte się nie rozwijają, te zaczynają wyrastać.

Mówiliśmy już o t. zw. pączkach śpiących, które rozwijają się tylko w tym razie, jeżeli dawniej rozwinięte gałęzie zostaną uszkodzone, choć te pąki są tej samej budowy co te, które się rozwinęły i zawsze są do rozwoju gotowe. Często np. najniższe i najwyższe pączki pozostają w uśpieniu i są zależne od rozwoju innych środkowych pączków, których wzrost odbywa się kosztem pożywienia zabieranego pączkom uśpionym. Na plantacjach tytoniu odoi-

nają boczne gałązki roślin tytoniowych, skutkiem czego lepiej rozwijają się liście, na których właśnie plantatorom zależy. Gałęzie, liście, kwiaty są to rywale ubiegający się o jednakowy rodzaj pożywienia; o ile jedno z tych narządów otrzymują tego pokarmu z łodygi więcej, o tyle mniej pozostaje go dla pozostałych. W naszych drzewach iglastych, np. w świerku, pod wierzchołkiem łodygi czy gałęzi siedzi dokoła kilka bocznych gałązeczek, w pozornym okółku. Taki pęd jest zwykle jasno zielony, jako tegoroczny, podczas gdy pod nim liście są dawniejsze, ciemno-zielone. Otóż jeżeli tę sterzącą pośrodku gałązkę zniszczymy, wówczas wszystkie boczne pod nią w okółku siedzące, wnoszą



rys. 153.

się ku górze, szybciej rosną, lecz wkrótce jedna z nich bierze przewagę nad innymi, wyrasta pionowo w górę, zastępując odciętą łodyżkę, podczas gdy inne znów się prostują i stają poziomo, prostopadle do tej pionowej łodyżki, jako jej gałązki boczne. Ta gałązka, która się wzniosła w górę, roslaby poziomo i wolniej, gdyby środkowa nie została odciętą i pozostałaby boczna. Jeżeli na końcach podziemnych łodyg

kartofla odetniemy pączki, nie pozwalając im w ten sposób się rozwinąć i wytworzyć bulw, wówczas pączki siedzące w kątach liści nadziemnego zielonego pędu wyrastają w bulwy (rys. 153), co przecież w normalnych warunkach nigdy nie bywa.

Pomiędzy więc organami rośliny istnieje pewna zależność (*correlatio*); rozwój jednego organu jest zależny od tego, czy inny organ rozwinął się i istnieje czy też nie; wzrost jednych organów pędu powstrzymuje wzrost innych. W związku z temi zjawiskami znajduje się także wytwarzanie się nowych części w miejscach uszkodzonych na roślinie, zamykających ranę.

Pomiędzy wodorostami, rosnącymi w naszych wodach napotkać można często t. zw. zrostnicę (*Vaucheria*, czytaj *Woszerya*), w kształcie cienkich, śliskich w dotknięciu zielonych nici. Cała nić zrostnicy jest jedną podłużną komórką wypełnioną plazmą, tłuszczem, zielenią i wodą, i nieposiadającą żadnych organów; w pewnym miejscu tylko wyrasta błonka tej komórki w rodzaj rozgałęzionego korzonka, który jednak nie jest prawdziwym korzeniem, bo nie ma ani tej budowy, co korzenie wyższych roślin, ani specjalnie nie służy do tych czynności, jakie wykonywują właściwie korzenie; jest to część, stanowiąca wraz z całą zrostnicą jedną tylko komórkę i służącą do obejmowania twardych podwodnych przedmiotów, np. ziarn piasku, których się chwytą; nazywamy tę część przeto, tak samo jak w groniance lub pełzatce, o których już mówiliśmy, chwytnikiem; w pewnym czasie wydaje też zrostnica i organy rozrodcze. Otóż gdy błonkę komórkową zrost-

nicę uszkodzimy, zarasta ona znów po pewnym czasie, wytwarza się nowa błonka, któraby się nie utworzyła, gdyby nie nastąpiło podrażnienie spowodowane przez uszkodzenie. Gdy zrostnicę przetniemy, wylewa się część plazmy, pozostała zaś część zaokrągla się, wytwarza sobie nową błonkę i za pomocą niej zamyka ranę. Część plazmy, która się wylała, zwykle zamiera, lecz niektóre jej kawałki wydzielają z siebie błonkę, i otaczają się nią, tworząc w ten sposób nową komórkę, która dalej rosnąć może.

W naszych wodach rosną inne zielone nici, t. zw. skrętnice (*Spirogyra*), złożone jednak z kilku lub kilkunastu komórek ułożonych w jednym szeregu; nazywamy taką roślinę skrętnicą dlatego, że w każdej komórce oprócz plazmy, jądra, soku komórkowego i t. d. znajduje się tylko jedno ciało zieleni, ale podłużne i płaskie, w kształcie wstęgi, która jest skręcona śrubowato (rys. p. 160). Otóż gdy skrętnicę potniemy na kilka kawałków i rozłożymy te kawałki na wilgotnym torfie, to każdy z nich rośnie dalej, lecz przytem wypuszcza takie same chwytники, jakie posiada zrostnica, którymi chwytą się torfu. Nieuszkodzona skrętnica, rosnąca swobodnie w wodzie nigdy takich rozgałęzionych chwytników nie wydaje.

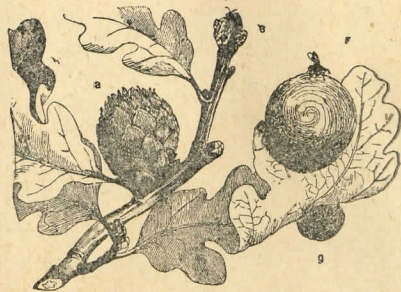
Mamy tu wpływ dotknięcia się przedmiotu stałego na wytwarzanie się nowych organów w roślinie.

Wiemy zresztą, że to samo zachodzi i u roślin wyższych; odcięta latorośl zasadzona w ziemię, wypuszcza u dołu korzenie, które tworzą się w uszkodzonym miejscu rośliny z soków warstwy twórczej,

tylko z powodu podrażnienia wywołanego przez zranienie i przez dotykanie się ziemi. Tak samo gałęzie nagięte ku ziemi, choć nie odcięte od rośliny, w miejscu gdzie stale do ziemi przylegają, wypuszczają korzenie zagłębiające się w ziemię. Tak również można przez zacienienie jednej strony łodygi wywołać w niej, jak wiemy, tworzenie się korzeni i wąsów. Rana zrobiona na korze drzewa i dochodząca do drewna po pewnym czasie zarasta, dzięki warstwie twórczej, która wnet poczyną wytwarzać w miejscu uszkodzonym tkankę korkową zamykającą ranę i chroniącą roślinę od parowania przez ranę i od innych dalszych uszkodzeń. Pewnie także nieraz sami zauważyliście, że rana pozostała na drzewie po odcięciu gałęzi nie pozostaje długo gładką, w ciągu roku już warstwa twórcza, występując z tej rany tworzy dokoła miejsca pozostałego po gałęzi napływ tkanki w postaci wałeczka, którym rana zarasta. Są to wszystko wytwory powstałe tylko wskutek podrażnienia wywołanego uszkodzeniem.

Ciekawym jest również wpływ uszkodzeń, spowodowanych przez zwierzęta, zwłaszcza owady, które często nakłuwają liście i inne organy i składają w zrobionym otworze swoje jajeczka. Tak np. owad, zwany galasówką, nakłówa dolną powierzchnię liści dębu, składa w tkance liścia jajka, wpuszczając zarazem i trochę cieczy ostrej. Wskutek tego podrażnienia i ciągłego drażnienia przez wylęgającą się z jajka gąsienicę, tkanka liścia rozrasta się w tym miejscu nadmiernie i tworzy narośl kulistą w postaci jabłuszka, którą nazywamy „dębianką” (rys. 154). Dębianka jest z początku zielona, potem żół-

ta, lub z jednej strony zaczerwieniona, zawiera wewnątrz gąsienicę i rośnie dopóty, dopóki się z gąsienicy nie wytworzy poczwarka, poczem rosnać przestaje, brunatnieje, zsycha się i twardnieje. Zwartą wewnątrz poczwarką zamienia się w doskonały, uskrzydłony owad, t. j. znów w galasówkę, która wygryza w dębiance otwór i wydostaje się na zewnątrz. Można więc zawsze poznać, czy w dębiance znajduje się jeszcze owad czy nie, po tem, czy dębianka jest cała, czy też posiada otworek. Dębianki są wielkości dużego orzecha laskowego, a często dwa razy większe; zawierają w sobie garbnik ten sam, który zawarty jest w korze dębowej i służy do garbowania skór.



rys. 154.

Podobne choć mniejsze narośle tworzą się z nakłócia różnych innych owadów na liściach rozmaitych roślin. Tak owady niszczą często i przekształcają kwiaty róży, lub jak to czyni inny gatunek galasówek, wytwarzają na dębach narośle szyszkowe (jak wskazuje tenże rysunek), wytwarzają inne nowotwory na łodydze, wrzynają się pod korę drzew i t. d., nie mówiąc o tem, że pożerają liście i inne narządy.

Nie wszystkie owady są jednak szkodliwe dla roślin, przeciwnie, wiele pomaga im w czynnościach życiowych, jak np. te, które zbierają słodki miód z kwiatów, lub przynoszą im inne korzyści, np. ta-

kie, jakie oddają im mrówki broniące rośliny od napadu, o czem powyżej mówiliśmy.

Zmiany chorobliwe w roślinach powstają nie tylko skutkiem działania owadów, lecz i innych istot pasorzytnych zwłaszcza pleśni i innych grzybów mniejszych i większych. Wiemy także, że na rośliny, tak jak na ludzi, działają pasorzytne bakterye, rozkładając ich ciała białkowe, z których tworzą się wówczas jadowite substancje t. zw. ptomainy, zatruwające ciało. Najpowszechniej znane choroby roślin jak t. zw. śnieć, rdza, rosa, sporysz, zaraza kartoflana, zaraza winna, choroba śliw i t. p. powodowane są przez takie niższe grzybki. Człowiek przyczynia się także do wytworzenia zmian chorobliwych w roślinach, gdy ujmuje jednemu częściom rośliny soki pożywne dla tego, aby inne części przynoszące mu korzyść lub przyjemność lepiej się rozwinęły, gdy wytwarza w roślinach nadmierną ilość kwiatów lub owoców, nienaturalnej wielkości, lub zmusza roślinę do wydania kwiatów pełnych z licznymi płatkami zamiast zwykłych z małą ilością płatków, gdy obcina gałęzie lub zasadza rośliny w ciasne doniczki, stawia je w mieszkaniu, gdzie nie mają dostatecznej ilości światła i t. d.

Zresztą trudno wyliczyć wszystkie czynniki od których rośliny mogą być zależne. Widzieliśmy już, że na budowę i kształt rośliny wpływać może rodzaj gruntu, na którym rosną, np. na gruntach słonych, nawet u nas w Ciechocinku, rośnie obficie solirodek (*Salicornia herbacea*), którego rozgałęzioną łodygą, jakby ze stawów jeden w drugi wprowadzonych złożona, nie posiada żadnych liści, jest

soczystą i zawiera w sobie dużo soli kuchennej, zarówno jak solanka (*Salsola kali*) i inne rośliny miejsc słonych; t. zw. fijołek galmanowy, nieco odmiennej od innych fijołków postaci i kwitnący od wiosny do późnej jesieni, rośnie tylko w górzystych okolicach na Renem, zawierających rudę cynkową, zwaną galmanem i t. d. choć wiemy, że te rośliny rosną na takich gruntach nie koniecznie dla tych szczególnych substancji, które się w nich znajdują, lecz najczęściej dla uniknięcia współzawodnictwa z innymi roślinami nie mogącymi się przystosować do takiego gruntu.

Dalej na życie rośliny, a więc i na jej ukształtowanie wywierają wpływ inne sąsiednie rośliny, gdyż z nimi walczyć ona musi o pokarm, który jedne rośliny drugim z ziemi zabierają, o światło, gdyż jedne rośliny zacieniają drugie; o miejsce, nawet o powietrze i t. d., lub też odwrotnie jedne w drugich znajdują pomoc, np. jak porosty; rośliny wijące się i czepne znajdują w innych roślinach punkt oparcia, lub jak grzyby i inne pasorzyty szukają w innych roślinach głównej podstawy życia, t. j. pożywienia i t. d.

Nawet jedna, pojedynczo wzięta roślina stanowi nieraz cały świat oddzielny, złożony ze skupienia różnych istot żywych wzajemnie na siebie oddziałujących, wzajem od siebie zależnych, wzajemnie sobie pomagających lub szkodzących, dostarczających sobie schronienia, pożywienia, obrony od napaści nieprzyjaciół, przychodzących sobie w pomoc w celu osiągnięcia światła i powietrza, lub wzajem się pozerających, niszczących, duszących i zaciemniających.

Przypatrzcie się dobrze kiedyś choćby drzewu w lesie, a łatwo się przekonacie, że to bynajmniej nie jest pojedyncza roślina, lecz, że każde niemal drzewo stanowi świat cały zamieszkały przez najróżnorodniejsze istoty. Tu złowroga i podstępna huba, albo też inny grzyb wysysa z drzewa odżywcze soki, grożąc olbrzymowi zniszczeniem, tam zapuściła znów w gałęzie korzonki swe miła zresztą na oko i nie będąca jeszcze zdeklarowanym pasorzytem jemioła; całą korę pnia i konarów obsiadły niewinne porosty, które nie wymagają od swego gospodarza niczego więcej jak miejsca, na którymby mogły zamieszkać; te biedne, małe roślinki, które jak wiemy same sobie we wszystkim wystarczają i ani odbierać innym niczego nie potrzebują, ani też im czego dać nie mogą, starają się tylko umieścić wysoko na pniu, pnąc się jedynie do światła, którego w cieniu drzew, na ziemi, zbyt skąpo otrzymywały. Oprócz grzybów i porostów znajdziemy na korze pnia i gęste kępki mechów i zielony nalot mikroskopowych wodorostów, najpewniej pierwotków, znajdujących na drzewie bezinteresowną gościnę, zarówno jak białe lub różowe sieci pełzających pod korą lub na niej śluzowców.

Nie tylko te rozmaite rośliny, lecz i różne zwierzęce istoty zamieszkują drzewo. Pod korą lub w liściach znajdziemy złożone przez owady jajeczka i wyłęgłe już liszki, objadające liście drzewa, albo poczwarki, które wnet zamieniają się w skrzydlate owady, ulecają w świat, nieчем nie odpłaciwszy się za gościnę. A ile pełza jeszcze po drzewie mrówek, wszystkie roślinnych i innych owadów, ile robaków, ślimaków,

pająków przedzących na nim swe zdradliwe sieci. Nieraz brzęczą dokoła drzewa roje os lub pszczoł, które na nim obrały sobie mieszkanie, po gałęziach przemyka wiewiórka i świergoce rozmaite ptactwo, ściela na jego wierzchołku gniazda, odwiedzając mu się za gościnę, a nieraz i za owoce, które mu objada tem, że niszczy niektóre jego pasorzyty, zwłaszcza liszki i owady, objadające jego liście.

Tak to w tym wielkim, a jednak tak małym świecie, jedni dążą do zguby innych, zjadają i niszczą się wzajemnie, grzyby np. liszki objadają drzewo, ptaki zjadają liszki, a także owoce drzewa, inni znów wzajemnie sobie pomagają, jak np. wodorosty i grzyby, tworzące razem porosty, drzewo, dające gościnę różnym tym istotom, mrówki lub ptactwo broniące drzewa, jeszcze inne istoty szukają sobie tu tylko spokojnego mieszkania, a wszyscy prawie są od siebie zależni i wzajem na życie swe wpływają. Wyciągnijcie z wody masę roślin wodnych rosnących w skupieniu, a znajdziecie w niej nie mniejszy świat różnorodnych istot warunkujących wzajem swe życie, a przecież każdy taki w istocie swej malutki światek jest tylko drobną częścią całego ożywionego świata, w którym wszystko jest również od siebie wzajem zależne i wzajem oddziaływa na cały bieg życia.

XXIII. Powstawanie roślin. Samorództwo. Rozmnażanie. Wegetacyjne sposoby rozmnażania.

Poznaliśmy w całości roślinę i jej stosunek do całego otoczenia. Ale nie mówiliśmy jeszcze o najważniejszej rzeczy: skąd się rośliny biorą. Wspominaliśmy już wprowadzić, że rośliny wyrastają bądź z nasion, czy z zarodników, bądź z podziemnych kłączy, bulw, cebul i t. p., o czem zresztą każdemu wiadomo. Zrozumieć to jednak trzeba dobrze i należycie to sobie w umyśle utrwalić, że rośliny, choćby najdrobniejsze, zawsze tak samo jedne z drugich tylko powstawać mogą, nigdy same z siebie się nie rodzą, tak również jak wszystkie inne istoty żywe. Zdarza się nieraz słyszeć, że trawa sama z siebie z ziemi wyrasta, że pleśń sama z siebie zjawia się na pokarmach gnijących, że grzyby obficie po deszczu wyrastają, a o trzęsidle mówią, że spada z nieba w czasie burzy. W tem wszystkim tyle jest tylko prawdy, że po deszczu jak już wiemy, rośliny szybciej rosną, ale tak samo grzyby jak i pleśń i wszystkie inne rośliny i zwierzęta same się nie zjawiają, lecz zawsze wyrastają z istniejących już zarodków, wydanych przez inną podobną do nich istotę.

W starożytności nawet uczeni byli przekonani, że robaki rodzą się same z ziemi, pełły z kurzu, osy i baki z gniącego mięsa i t. d., a dziś jeszcze powszechnie niewykształceni ludzie tak sądzą. Nawet w wiekach średnich tak uczono i wymyślano różne recepty na sztuczne wytworzenie myszy i innych zwierząt. Jeszcze w XVII stuleciu twierdzili np.

uczeni, że jeżeli ciało węża wysuszymy, sproszkujemy i zasiejemy w ziemi, to po deszczu z tego proszku wytworzą się robaki, które następnie zamieniają się w węże.

Takie nierozumne pojęcia miano jeszcze potem długo, zwłaszcza, że w owym czasie odkryto po raz pierwszy szkła powiększające, a gdy za pomocą pierwszych drobnowidzów zobaczono cały nowy, nieznany przedtem świat drobnych istot, milionami lęgnących się w każdej wodzie, ziemi, powietrzu, na wszystkich gnijących ciałach i różnych innych przedmiotach, sądzono, że tak drobne istoty, powstając w tak ogromnych ilościach, muszą rodzić się same z siebie lub z gniących ciał. Tę zdolność istot wytwarzania się z ciał nieżyjących nazywano „samorództwem”. Widziano, że gdy wodę, mięso, owoce lub inne jakieś ciała, w których niema żadnych istot żywych, pozostawimy na dni kilka w spokoju, pojawiają się w nich różne żyjątka, zwłaszcza bakterye, pleśń i t. p. i nie umiano sobie tego wytłómaczyć inaczej jak tylko przypuszczając, że takie ciała mają własność wytwarzania z siebie tych istot.

Już wprowadzić od połowy XVII stulecia zjawiali się uczeni, którzy starali się dowieść, że tak nie jest ale aż do naszych prawie czasów nikt nie umiał dać stanowczego na to dowodu, nie umiano dowieść, że ani woda ani mięso czy inne ciało samo istot żywych nie wytwarza, ani wykazać, z czego się te wszystkie istoty biorą.

Dopiero w drugiej połowie ubiegłego stulecia znalazł się człowiek, o którym i dziś jeszcze słyszy-cie, francuski chemik Pasteur, który doświadczenia-

mi, wykazał, że wszystkie, nawet owe najdrobniejsze istoty, rodzą się zawsze jedne z drugich i nigdy same z niczego, ani z ciał martwych powstać nie mogą, lecz tworzą się zawsze z podobnych do siebie istot; że każda najdrobniejsza istota ma własność rozmnażania się, wydaje z siebie drobniejsze jeszcze od niej ciała, zarodniki, które łatwo wiatr roznosi we wszystkie strony, które unoszą się z tego powodu wszędzie w powietrzu, opadają wraz z kurzem na wszystkie przedmioty i jeżeli dostaną się do wody, na wilgotne mięso lub inny jakiś przedmiot, w którym znajduje wilgoć i pokarm, wówczas rozrastają się, kiełkują i wyrastają w taką samą istotę, z jakiej powstały.

Dowiodł on dalej, że dość wodę lub mięso silnie ogrzać dla zabicia tych zarodników i ochronić je od dostępu powietrza zanieczyszczonego zarodnikami, choćby tylko przez zatkanie naczynia z taką wodą lub mięsem watą, przepuszczającą tylko czyste powietrze, a zatrzymującą kurz i zarodniki, aby nigdy w wodzie czy w mięsie nie wytworzyły się żadne istoty żywe, aby w niej nawet przez lata całe nie zjawyły się ani bakterye, ani pleśń, czy inne organizmy; że jednak dość naczynie otworzyć, aby z powietrza dostały się do niego zarodniki, które w krótkim czasie wykiełkują i rozrodzą się w miliony żyjatek.

Wykazał on dalej, otwierając takie naczynia w różnych miejscach, że im wyżej się wznosimy, tem powietrze zawiera zarodników mniej, na wysokich górach jest ich znacznie mniej, aniżeli w nizinach, w miejscach zabezpieczonych od wiatru, np. w bardzo głębokich piwnicach mniej, aniżeli na otwartem powietrzu, po deszczu, który spłókuje kurz ku zie-

mi, jest ich w powietrzu mniej, aniżeli w czasie suchości, w zamieszkanych domach więcej, aniżeli w polu, w mieście więcej, aniżeli na wsi, w szpitalach, koszarach i t. p. więcej aniżeli w zwyczajnych domach i t. d. Co więcej, nauczył on jeszcze w jaki sposób można miliony tych najróżnorodniejszych istot rozdzielić na oddzielne gatunki, każdy gatunek wyhodować oddzielnie i zbadać cały jego rozwój, sposób rozradzania się i zarodniki, które z siebie wydaje.

Prace Pasteura, zostały sprawdzone i udoskonalone przez wielu innych uczonych, tak że dziś wiemy już o każdej znanej istocie, w jaki sposób i z czego powstaje, wiemy, że wszystkie istoty żywe powstają zawsze tylko jedne z drugich i żadna sama z siebie ani z ciał martwych wytworzyć się nie może. Nie wiemy tylko, w jaki sposób powstały pierwsze istoty na ziemi.

Wydawanie podobnych sobie istot nazywamy u ciał żywych rozradzaniem, albo rozmnażaniem. Każda roślina doszedłszy do pewnej dojrzałości rozmnaża się, wydaje z siebie części, zarodniki lub nasiona, z których mogą powstać podobne do niej rośliny. Takich podobnych do siebie istot wydaje każda roślina nie jedną, lecz wiele, często ogromne mnóstwo, tak wielką jest siła rozrodcza roślin. Wszędzie u nas po łąkach wilgotnych znaleźć można niewielką zielną roślinę z wązkiemi, długimi całobrzegiemi liśćmi bez ogonków, jak u traw lub cebul, z ciemnymi na liściach plamkami; blado różowe, dziwaczniego kształtu kwiaty z purpurowemi plamkami, z sześciu nieforemnych złożone płatków, skupione są na

wierzchołku łodygi w kłos; nazywamy tę roślinę storczykiem plamistym (*Orchis maculata*); roślina ta wydaje około 30 owoców w kształcie torebek, a w każdej torebce mieści się około 62,000 nasion, czyli razem we wszystkich 30 torebkach około 186,000 nasion. Gdybyśmy nawet przypuścili, że z tych nasion 12,000 jest niedobrych, pozostałoby jeszcze około 170,000 nasion, które wydaje każdy storczyk rocznie, a że jest to roślina trwała, przeto każdy osobnik wydaje przez szereg lat rok rocznie taką ogromną ilość nasion. Gdyby wszystkie te nasiona wyrosły w rośliny, to już czwarte pokolenie, t. j. prawnuki jednego storczyka pokryłyby sobą całą powierzchnię kuli ziemskiej.

Tak samo potomstwo jednego brodawnika czyli mnicha, albo, jak go nazywają jeszcze, dmuchawca, tak licznie u nas po łąkach i trawnikach rosnącego, którego owoce uwłosione i złożone w główkę, dzieci lubią dla zabawki rozdmuchiwać, pokryłoby całą ziemię już po 10—12 latach. A nie są to wcale wyjątkowe rośliny, wiele roślin bowiem odznacza się jeszcze większą siłą rozrodczą, a niższe rośliny zwłaszcza grzybki i bakterye przewyższają jeszcze wyższe rośliny pod tym względem.

Tymczasem widzimy, że te rośliny bynajmniej nie pokrywają całej ziemi i muszą się dzielić miejscem z mnóstwem innych roślin; oczywiście więc znacznie większa ilość nasion i zarodników musi ginąć, nie wyrastając w rośliny i tylko niektórym udaje się pozostać przy życiu, wykiełkować, rozwinać się w dojrzałą roślinę, mogącą znów wydać nasiona. Dzieje się to wskutek tego, że mnóstwo nasion ginie, pada-

jąc na nieodpowiedni grunt, np. nasiona roślin lądowych, uniesione wiatrem, padają w wodę lub na jałowe skały, lub też stają się łupem ptaków i innych zwierząt, pasorzytów roślinnych i t. d., lecz najważniejszą przyczynę stanowi to, że nawet z tych nasion, które dostały się na odpowiedni grunt i zaczęły kiełkować, tylko niektóre utrzymują się przy życiu, reszta ginie w walce z innymi roślinami o miejsce z którego przez inne rośliny zostają wyparte, o pożywienie, które im inne podobne do nich rośliny z ziemi zabierają, o światło, które im inne zasłaniają i t. d.; wiemy już, że ten stosunek roślin podobnych nazywamy walką o byt, i że skutkiem tej walki ostatecznie tylko niektóre z kiełkujących roślin, silniejsze w tej walce, znajdujące się w przyjaźniejszych dla życia warunkach, utrzymują się przy życiu, kosztem wszystkich innych, które zginąć muszą.

Wiadomo, iż każda roślina, jak każda istota żywa, nie może trwać wiecznie, życie jej jest ograniczone. Z początku rośnie i rozwija się szybko, dochodzi do szczytu swego rozwoju, życie wówczas odbywa się w całej pełni, lecz potem słabnie, roślina starzeje się i wreszcie zamiera; tak zginąć musi każdy osobnik, lecz zanim to nastąpi, gdy dojdzie do pewnego stopnia rozwoju, wydaje potomstwo, w którym się odradza, tak, że choć osobnik ginie, ale gatunek istnieje dalej. W każdej roślinie jest więc jak gdyby jedna część nieśmiertelna, przechodząca wciąż z pokolenia w pokolenie. Życie każdej rośliny jest tylko dalszym ciągiem życia, które już istniało w poprzednich pokoleniach tej rośliny. Całe ciało rośliny, które się dokoła takiej cząstki tworzy, stanowi tylko doczesną jej powłokę, odnawiającą się z każdym pokoleniem, chroniącą główną, nieśmiertelną część od wpływów zewnętrznych, pobierającą dla niej pożywienie, składającą dla niej zapas żywności, z której będzie

ta cząstka czerpać w pierwszych chwilach po odłączeniu i dbającą o jej utrzymanie. Z chwilą gdy zdobycie pokarmu dla siebie i dla cząstki nieśmiertelnej staje się dla rośliny trudne, grozi obydwom zguba i ta część musi się odłączyć, pozostawić całą roślinę jej losowi i wytworzyć sobie nową młodą powłokę, zdolną ją żywić i chronić.

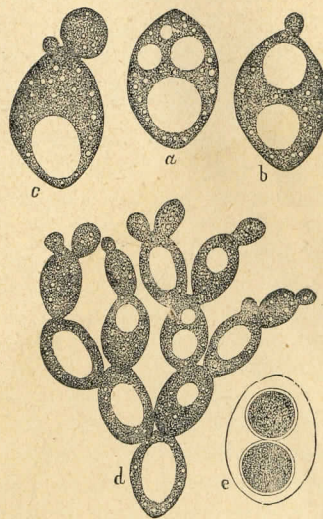
Tak też widzimy, że rośliny poczynają się rozradzać w dość późnym wieku, gdy ich siły poczynają się wyczerpywać, gdy wzrost już prawie ustaje, gdy roślina starzeje się, gdy już poprzednio wydała mnóstwo innych organów i nie jest już w stanie dalej tej swej nieśmiertelnej cząstki utrzymać i wyżywić. Wówczas wydaje roślina organy rozrodcze wytwarzające z owej cząstki zarodniki lub nasiona, które się od rośliny odłączają. Te organy tworzą się istotnie zwykle w takich miejscach, gdzie pokarm słabo już dochodzi, np. na wierzchołkach łodyg i gałązek, lub w ich kątach. Z tego powodu można sztucznie zmusić roślinę do szybszego i obfitszego wydania organów rozrodczych, utrudniając jej pobieranie pokarmu, lub stawiając ją w inne nieprzyjazne życiu warunki. Tak np. chcąc, aby roślina wydała obficie kwiaty, aniżeli czyni to w normalnych warunkach, osiągamy cel, podcinając korzenie, albo przesadzając rośliny w doniczki, w których znajduje mniej pożywienia, aniżeli w nieścieśnionej naczyniem ziemi.

Pamiętamy, że drożdże są to pojedyncze owalne komórki roślinne, otoczone błoną i złożone wewnątrz z protoplazmy i jądra. Te tak prostej budowy grzybki hodujemy sztucznie w jaknajlepszych dla ich życia warunkach, gdyż są nam potrzebne w gospodarstwie domowym, w przemyśle piwowarskim, piekarnianym i t. d. Pielęgnowane w tak dobrych warunkach, rozradzają się one dziwnie leniwie. Każda pojedyncza istota, każdy osobnik drożdży, t. j. każda ich komórka wypuszcza wówczas w niektórych miejscach swego ciała wypuklinki, które rosnąc, tworzą takie same zupełnie komórki, nie odłączające się jednak od tej komórki z której powstały. Każda z nowo wytworzonych komórek drożdżowych wytwarza w ten sam sposób takie same komórki, które znów w ten sam sposób się rozradzają i t. d.

(rys. 155 a, b, c, d.). Ten sposób rozmnażania, jaki znajdujemy u drożdży, nazywamy pączkowaniem. Jest to, jak widzimy, nic innego, jak rozgałęzianie się komórki, przypominające zupełnie rozgałęzianie się wyższych roślin, bo przecież u wszystkich roślin każda gałązka jest całkowitą rośliną ze wszystkimi organami, ale rośliną, złączoną z macierzystą rośliną, od której otrzymuje w części pokarm i dlatego pozbawioną korzenia; można jak wiemy odciąć gałązkę i zasadzić ją w ziemię, a wypuści i korzeń i niczem różnić się nie będzie od całej rośliny; tak samo więc i u wyższych roślin rozgałęzienia są tylko skupieniem jakby wielu oddzielnych osobników w jedną całość, rozwijającą się tak samo dalej, dopóki całemu skupieniu starczy pożywienia, a potem wydającą cząstki oddzielające się.

Tak i drożdże rozmnażają się przez pączkowanie tylko wówczas, gdy mają pożywienia pod dostatkiem i znajdują się wogóle w dobrych warunkach życia. Gdy jednak zewnętrzne warunki ich życia nie sprzyjają,

jak to bywa u drożdży dziko rosnących, lub jak to można urządzić sztucznie, wówczas drożdże nie pączkują, lecz każda oddzielna komórka wytwarza w swoim wnętrzu zarodniki w taki sposób, że zaródź w komórce wraz z jądrem dzieli się na 2, potem na 4 części (rys. 155 e), które są daleko wytrzymalsze od zwykłych komórek drożdżowych i mogą dłużej przetrwać bez pokarmu. Tak samo i wiele innych niższych roślin, wodorostów a zwłaszcza bakterij.



rys. 155.

które w normalnych wsrunkach mnożą się wprost przez podział, rozpadając się na 2 osobniki, potem każdy osobnik rozpada się znów na 2 i t. d.; w razie wysychania wody, w której w braku pokarmu lub innych groźnych dla życia zmian, zaczynają rozmnażać się inaczej, wydają one z siebie drobne ziarna, czyli zarodniki, które u wielu roślin pływają i mogą łatwiej przenieść się w inne przyjaźniejsze dla życia miejsce.

Z tych przykładów widzimy, że i rozmnażanie jest również zależne od warunków zewnętrznych i nawet przez te warunki jest wywoływane.

Rośliny są pod tym względem daleko żywotniejsze od zwierząt. Nietylko, że przeważnie dłużej żyją, nietylko, że wzrost ich jest prawie nieograniczony, nietylko, że są daleko wytrzymalsze na wszystkie wpływy zewnętrzne, że każdy niemal grunt może stanowić dla nich pożywienie i że z tego powodu pokryły całą powierzchnię ładu kuli ziemskiej i wypełniły wszystkie jej wody, nietylko, że wydają daleko liczniejsze od zwierząt potomstwo, ale nawet każda ich niemal cząstka jest zdolna do oddzielnego życia. Widzieliśmy już, że cząstki nici skrzętnicy, pociętej na kawałki, mogą dalej się rozrastać tak jak przedtem cała skrzętnica, że porwana zrostnica zachowuje swe życie dalej; tak samo zachowuje się i pleśń zwana pleśniakiem i inne pokrewne wodorosty i grzyby; że oderwane wiatrem kawałki porostów czyli tak zw. soredyje, o których mówiliśmy, rozwijają się dobrze w dalszym ciągu i t. d. To samo dzieje się z częściami innych wyższych roślin.

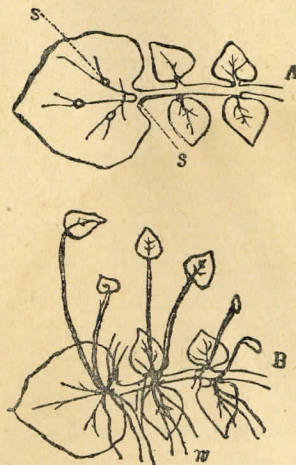
Wszystkie niemal części mchów mogą w odpowiednich warunkach się odradzać; tak samo, jak widzieliśmy wszystkie młode gałęzie, kłącza, bulwy, cebule, nawet niekiedy korzenie i liście, o ile posiadają zdolne do rozwoju pączki, lub inne mogące się rozwinać części, np. tkankę tworzącą. Na wilgotnych łąkach naszych wyrasta wczesną wiosną rzeżucha łąkowa (*Cardamine pratensis*) z kwiatem cielistej lub jasno-fioletowej barwy, której pierzaste listki tworzą w miejscach, gdzie się rozgałęziają nerwy, wierzchołki wzrostu, widzialne przez zwykłą lupę już jako małe

nabrzwienia (rys. 156 s). Gdy po okwitnieniu roślina ta ginie i liście opadają na ziemię, wyrastają z tych miejsc liści młode roślinki z korzeniami i pędami (rys. 154 B). Ogrodnikom także wiadomo, że liście niektórych gatunków ukośnicy czyli begonii, zwłaszcza owe duże ciemno-zielone liście, ozdobione srebrzystym dokoła pasem (rys. 52), pocięte na kawałki i położone na ziemi, wypuszczają z przeciętych nerwów nowe osobniki, tak, że można tę roślinę rozmnażać za pomocą liści. Również i niektóre inne rośliny, jak np.

pielęgnowany po mieszkaniach płodolist (*Bryophyllum*), marcinki (*gloxinia*), hijacynty i in., z liścia można rozmnażać.

Tak samo rozrastanie się roślin za pomocą zakorzeniających się rozlogów (rys. 54) t. j. nadziemnych czolgających się lodyg, które rosnąc wierzchołkiem wypuszczają po za nim w górę pędy a w ziemię korzenie i rozgałęziają się, gnijąc od nasady, można uważać za pewien rodzaj rozmnażania; wskutek gnicia bowiem takiej lodygi, jej gałązki oddzielają się od siebie i z każdej powstaje tym sposobem samodzielna roślina tak samo dalej rosnąca i dzieląca się.

Wiele roślin wydaje w kątach liści osobne ciała, pączki oddzielające się i mogące tak jak bulwy i cebule wyrastać w nowe rośliny; do takich roślin należy np. pospolita w naszych ogrodach lilia żółta (*Lilium bulbiferum*) o koronie szafranowej barwy, w kątach liści której tworzą się takie bulwki; posiada je też żywiec bulwonośny (*Dentaria bulbifera*), ziarnopłon jaskrawaty (*Ficaria ranunculoides*) i inne; takie same odpadające pączki wytwarzają też, jak zobaczymy, i mchy.

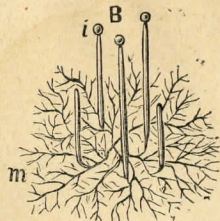


rys. 156.

U jednokomórkowych roślin, jak widzieliśmy, rozmnażanie przeważnie polega na naturalnem dzieleniu się komórki na dwie części, który to podział jest zasadą wytwarzania się nowych organów i u wszystkich innych roślin wielokomórkowych. Prócz tego jednak, wszystkie bez wyjątku rośliny, tak najniższe, jednokomórkowe, jak i najbardziej rozwinięte mają jeszcze osobny sposób rozradzania się, który jak wiemy polega na tem, że roślina wytwarza specjalne organy, w postaci niewielkich cząstek, ziarn, nie rozrastających się dalej w macierzystym ustroju, lecz odłączających się od niego i poczynających w odpowiednich warunkach, w odpowiedniej temperaturze i w odpowiednim gruncie i wilgoci kiełkować, odżywiać się, rosnać, prowadząc życie samodzielne i wyrastając w końcu w osobniki podobne do rośliny macierzystej. O tych organach szczególnych właśnie w dalszym ciągu mówić będziemy.

U większości niższych roślin, zwłaszcza we wszystkich prawie grzybach i u wielu wodorostów cała zaródź z jądrem w niektórych komórkach dzieli się na mnóstwo drobnych części, ścianka tych komórek pęka, a drobne te części z komórki wypadają i jeżeli znajdują odpowiednie warunki, t. j. wilgoć, ciepło, powietrze i pokarm, kiełkują i wyrastają w takie same istoty z jakich powstały. Każda taka cząstka utworzona z początku wewnątrz macierzystej rośliny, i mogąca się od niej oddzielić i kiełkować jest tak drobną, że można ją dojrzeć tylko przy pomocy mikroskopu, stanowi zwykle jedną pojedynczą drobną komórkę i nazywa się zarodnikiem; a te komórki rośliny, w których się wytwarzają z zaro-

dzi takie zarodniki, nazywają się zarodnikami. Na gnijących np. owocach rośnie pleśń, która tocząc te owoce powoduje właśnie ich gnicie. Pleśń ta składa się ze spletki cienutkich nitczek; taki spletek cienkich nie zielonych nici nazywamy u wszystkich pleśni i u wszystkich wogóle grzybów: grzybnią. Gdy ta pleśń dojrzewa, wyrastają niektóre pojedyncze nici pionowo w górę (rys. 157) i tworzą na wierzchołku małą szarą kuleczkę, wypełnioną zarodnią. Wkrótce zaródź w tej kuleczce rozpada się na mnóstwo drobnych części, ścianka kuleczki pęka, części te wypadają i zostają rozwiane wiatrem na wszystkie strony. Gdy jednak cząstka taka dostanie się znów na ranę w skórce owocu, lub do innego przyjaznego rozwojowi ośrodka, wówczas poczyną ona rosnać, wydłuża się w nić, która się rozgałęzia i w ten sposób tworzy się znów grzybnią, z której po-



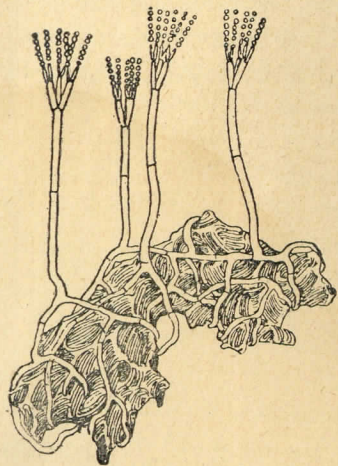
rys. 157.

tem niektóre nici wznoszą się ku górze, wytwarzając taką samą kuleczkę, w której zaródź dzieli się znów na cząstki zdolne kiełkować. Te cząstki są to więc zarodniki, a kuleczka, w której się tworzą nazywa się pleśnią. Pleśń, którą tu opisaliśmy, nazywa się pleśnią (Mucor). Widzimy teraz jaka jest różnica pomiędzy zarodnikiem a nasieniem.

Nasienie wydają tylko rośliny kwiatowe, tworzy się ono z zalążka w słupku po opyleniu, składa się z drobnej gotowej już roślinki i innych organów i jest złożone z mnóstwa komórek; zarodnik

jest pojedynczą komórką, nie zawiera w sobie żadnej gotowej już rośliny i tworzy się wprost przez odłączenie się cząstki zarodni od rośliny macierzystej.

U grzybów tworzą się te zarodniki w najrozmaitszy zresztą sposób, choć zawsze są częścią zarodni jednej komórki grzyba. Na wilgotnym chlebie, leżącym przez czas dłuższy, nawet na nieużywanym atramencie i wielu innych przedmiotach tworzy się



rys. 158.

zwykle pleśń odmienna od pleśniaka, zwana pędzlakiem (*Penicillium*), złożona tak samo ze spletków nici, zwanego grzybnią, tylko, że każda nie przegrodzona jest poprzecznymi ściankami na oddzielne komórki (rys. 158), podczas gdy cały pleśniak wraz z grzybnią stanowi jedną tylko komórkę. W stanie dojrzałym niektóre oddzielne nici wznoszą się ku górze i na szczycie rozdziela się każda na kilka gałązeczek, tak, że wygląda jak pędzelek i stąd pleśń ta otrzymała swą nazwę. Na końcu każdego takiego odgałęzienia tej pionowo wzniesionej nici, tworzy się poprzeczna ścianka, która oddziela z wierzchołka kulistą komórkę; pod tą komórką tworzy się druga taka sama, pod nią trzecia i t. d., tak że na każdym odgałęzieniu tworzy się cały szereg oddzielnych komóreczek, któ-

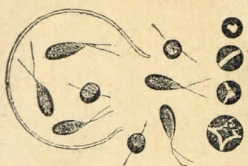
re potem odpadają, a każda z nich w odpowiednich warunkach może znów wykiełkować w taki sam pędzlak; te komóreczki są to więc zarodniki.

I te wielkie grzyby jadalne czy trujące, które zbieramy po lesie rozradzają się w taki sam sposób. W ciałach gnijących w ziemi, czy też w innych, z których grzyb wyrasta, mieści się spletek nici, czyli grzybnia, która jest głównym ciałem każdego grzyba, zarówno wielkiego jak i drobnej pleśni; ów zaś trzon z kapeluszem, który zwykle za grzyb sam uważamy, jest tylko jego organem rozrodczym, wyrastającym z grzybni, gdy grzyb ma wydać zarodniki. Zarodniki takich grzybów tworzą się pod kapeluszem, na owych blaszkach rozchodzących się promienisto na spodniej stronie kapelusza z oddzielnych komórek siedzących w poprzek na tych blaszkach. Odetnijmy taki kapelusz i połóżmy go spodnią stroną na papier zwilżony rzadkim roztworem gumy arabskiej, a szary delikatny proszek zarodników wysypujących się z pod kapelusza przylgnie do papieru; zobaczymy, że jest na papierze ułożony w prostych liniach rozchodzących się ze środka.

Zobaczmy jeszcze jak rozmnażają się niektóre wodorosty. O pierwotku np. już wielokrotnie mówiliśmy; pamiętamy, że to jest kulista komórka, otoczona błoną, zawierająca wewnątrz zaródź z jądrem, ciałka zieleni i sok komórkowy i że może się rozmnażać wprost przez podział. Ale pierwotek może jeszcze rozmnażać się innym sposobem: za pomocą zarodników. Wówczas cała zaródź z jądrem dzieli się wewnątrz na 8 części, błonka rozpuszcza się w wodzie i części te do wody wpadają; przyjmują

one wtedy kształt gruszkowaty, są na węższym końcu bezbarwne, a na grubszym zielone i z węższego końca wypuszczają dwie cienkie niteczki, czyli rzęsy, (rys. 159) którymi poruszając pływają w wodzie, obracając się dokoła swej osi i posuwając się naprzód.

Te pływające cząstki z rzęsami są właśnie zarodnikami, ale różnią się tym od zarodników, o których poprzednio mówiliśmy, że się poruszają; wiemy już, że takie ruchome zarodniki nazywamy pływkami. Cała komórka pierwotka, w której wytwarzają się te zarodniki, jest więc zarodnią. Pływka pływa przez czas pewien w wodzie, potem zatrzymuje się, rzęsy wciąga, przyczepia się węższym, bezbarwnym koń-



rys. 159.

cem do jakiegoś stałego przedmiotu, zaokrągla się, otacza się błoną, której dotąd nie miała, rośnie i staje się tym sposobem znowu pierwotkiem, który taką samą drogą rozmnożyć się może.

Gronianka w wodzie również wydaje pływki, które tworzą się przez podział zarodni wewnątrz groniani; te pływki są gruszkowatego kształtu i mają na węższym końcu jedną rzesę. Po pewnym czasie te pływki zatrzymują się, tracą rzesę, przyczepiają się węższym końcem do dna, zaokrągla się, otaczają się błoną i poczynają rosnać, przyczem dolny bezbarwny koniec rozgałęzia się w chwytник, górny zaś koniec wydłuża się, potem staje się kulisty i tak tworzy się znów gronianka.

Zrostnica, o której już mówiliśmy (str. 360), również wydaje pływki, choć nieco inne. Część zarodni

zrostnicy skupia się w jej końcu i oddziela od całej rośliny poprzeczną ścianką, tak, że na końcu zrostnicy tworzy się osobna komórka, która jest zarodnią; następnie błonka w tym końcu pęka, a skupiona część zarodni wypływa (rys. 162 c), wydając mnóstwo krótkich rzęs; z tej pływki zrostnicy kielkuje potem cała taka sama roślina.

Tak jeszcze wiele innych wodorostów zwłaszcza wód słodkich wydaje pływki, które najczęściej podobne są do pływki pierwotka, t. j. są gruszkowatego kształtu, węższy koniec mają bezbarwny, a szerszy zielony i z węższego końca wypuszczają zwykle duże rzęsy, którymi poruszając, pływają przez czas pewien w wodzie, a następnie zatrzymują się, rzęsy wciągają, przyczepiają się zwykle do jakiegoś stałego w wodzie przedmiotu węższym końcem, otaczają się błoną i kielkują. Takie pływki wydają też i niektóre niższe pleśniowate grzyby. Ale zarówno u wodorostów, jak u niektórych grzybów pływka musi zacząć kielkować w ciągu kilku lub kilkunastu godzin, gdyż inaczej ginie; roślina powstała z takiej pojedynczej pływki jest zwykle karłowatą; rośliny używają częściej innego sposobu rozradzania się, o którym niżej powiemy, za pomocą którego powstaje silniejsze i lepiej rozwinięte potomstwo.

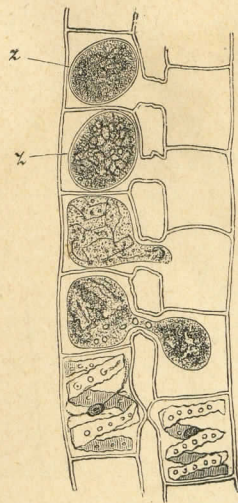
Te wszystkie sposoby rozmnażania, o których dotąd mówiliśmy, zarówno zwykły podział, jak pączkowanie, czy też rozmnażanie za pomocą kłączy, bulw, cebul, gałązek i t. d., a także za pomocą zarodników nieruchomych i pływki nazywamy wogóle sposobem wegetacyjnym.

XXIV. Siemiona wodorostów, mchów, paproci, skrzypów i widłaków. Kopulacja, koniugacja, zapłodnienie. Zmiana pokoleń.

Oprócz opisanego powyżej vegetacyjnego sposobu, mają wszystkie prawie rośliny, wyjąwszy tylko większą część grzybów i niektóre wodorosty np. sinice, jeszcze drugi sposób rozmnażania, polegający na tem, że się dwie oddzielne zarodzie zlewają z sobą i tworzą razem dopiero zarodnik, który otacza się błoną, a często i dwiema błonami, i może po pewnym czasie kiełkować. Taki zarodnik powstały ze złączenia się jakby dwu oddzielnych zarodników nazywa się zarodnikiem sprzężonym, albo, krótko, siemieniem ¹⁾. Siemię tem się różni od zarodników i pływek, o których poprzednio mówiliśmy, że wytwarza się nie z jednej komórki, lecz z dwóch, że jest daleko bardziej wytrzymałe na nieprzyjazne warunki życia, aniżeli zwykły zarodnik; jeżeli w krótkim czasie po wytworzeniu się nie kiełkuje, wówczas nie ginie, jak zwykle pływki, lecz przetrwać może długo, zachowując przytem zdolność kiełkowania, tworzy się często w jesieni i leży na dnie wody pod lodem przez całą zimę, kiełkując dopiero z wiosną, może daleko łatwiej wytrzymać brak wody, mrozy, upały i inne ujemne wpływy, prawdopodobnie wskutek ochrony grubych błon, któremi jest otoczone. Sposób tworzenia się takiego siemienia jest trojaki. Poznajmy go na przykładach.

¹⁾ Termin udatnie wprowadzony przez prof. Rostańskiego.

Mówiliśmy już niejednokrotnie o skrętnicy, która jest wodorostem kształtu nitkowatego; skupienia tych nitek pokrywają często u nas stawy w postaci żółto-zielonych mas, śliskich w dotknięciu. Każdy osobnik, czyli każda oddzielna nić składa się, jak wiemy, z wielu komórek, ułożonych wzdłuż w jednym kierunku, i zawierających prócz zarodki i jądra, ciało zieleni w postaci śrubowato skręconej wstęgi, skąd właśnie skrętница otrzymała swą nazwę. Otóż skrętница wytwarza siemię na w ten sposób: dwa osobniki skrętnicy, leżące przy sobie, wypuklają ściankę jednej komórki w jakimkolwiek miejscu tak, że wypuklinka jednej nici tworzy się naprzeciw wypuklinki drugiej nici (rys. 160—od dołu ku górze). Te wypuklinki coraz bardziej się wydłużają i wreszcie spotykają się z sobą.^f



rys. 160.

Ponieważ wydzieliny skrętnicy wysiłekają z komórek i rozpuszczają się w otaczającej wodzie, przeto w tem miejscu, gdzie dwie skrętnice najbliżej przy sobie leżą, tworzy się w wodzie najgęstszy roztwór tych wydzielin; przypuszczają, że zgęszczony ten roztwór podrażnia w tem miejscu silniej błonki obu komórek, tak, że one szybciej tu rosną i że wskutek tego powstają owe wypuklinki, które z dwóch przeciwnych stron zawsze na siebie natrafiają. W miejscu, w któ-

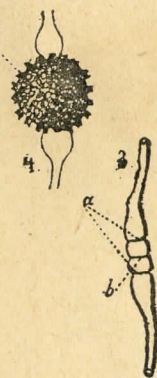
rem się te dwie wypuklinki stykają z sobą, zanika ścianka, która je przegradza i w ten sposób tworzy się rurka łącząca komórki dwóch skrętnic. Wówczas zaródź z jednej komórki przelewa się przez tę rurkę do komórki drugiej skrętnicy i zlewa się z zarodzią tej drugiej komórki, tworząc ciało kuliste, które otacza się błoną i jest właśnie siemieniem (rys. 160 z).

Ważnem szczególnie jest tu, tak samo jak we wszystkich innych sposobach, o których dalej mówić będziemy, że dwie zlewające się zarodzie nie łączą się zwyczajnie, jak np. dwie pełzające bryłki śluzowca, lecz ich jądra zlewają się z sobą tak, że tworzą razem jedno jądro, a zarodzie również całkowicie zlewają się z sobą w jedną zaródź. Dzieje się to zwykle w nocy, rozmnażanie odbywa się bowiem u roślin najczęściej w nocy, gdy ustało odżywianie. Obie skrętnice opadają potem na dno wody; komórki, które wytworzyły siemię, powoli gniją i w ten sposób siemię się wydostaje. Siemię jest nieruchome, stanowi pojedynczą komórkę, która leży na dnie wody przez całą zimę, a na wiosnę, jeżeli jest otoczone wodą, poczyną rosnać, wydłużając się. Następnie tworzy się w niem poprzeczna ścianka, która przegradza siemię na dwie połowy, dolna jest jakby bardzo prostym chwytnikiem, który czepia się ziarna piasku, górna rośnie dalej, znów się dzieli poprzeczną ścianką na dwie komórki, te, rosąc dalej, tak samo się dzielą i t. d. i w ten sposób powstaje znów cała skrętnica.

Zupełnie tak samo rozmnażają się niektóre inne wodorosty, a także niektóre najprostsze grzybki, np. ów pleśniak (*Mucor mucedo*), o którym już mówi-

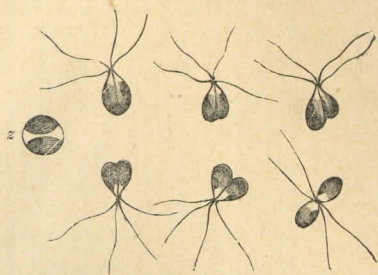
liśmy (rys. 157). Pamiętamy, że pleśniak wydaje kuliste zarodnie ze zwyczajnymi zarodnikami; dzieje się to wówczas, gdy pleśniak ma pod dostatkiem pożywienia, ciepła, światła i powietrza. W przeciwnym razie pleśniak tworzy siemiona; dwie mianowicie nici jego grzybni stykają się swemi końcami, w końcu każdej nici skupia się cząstka zarodni, która od całej nici odgradza się ścianką (rys. 161 a b), tak, że na końcu tych dwóch nici tworzą się dwie oddzielne komórki przylegające do siebie. Ścianka przegradzająca te dwie oddzielne komórki, zanika, a ich zarodzie zlewają się z sobą w jedną całość kulistą, tworzącą siemię, które otacza się na zewnątrz jeszcze drugą, czarną prawie błonką, usianą brodaweczkami (rys. 161, z). Taki sposób rozmnażania, jaki jest właściwy skrętnicy lub pleśniakowi, polegający na zlaniu się zarodni dwóch jednakowych komórek, nazywamy złączeniem czyli kopolacją. Przy tym sposobie nie ma żadnej różnicy pomiędzy oboma łączącymi się komórkami i zaródź przelać się może zarówno z jednej do drugiej jak i odwrotnie, bez różnicy.

Poznaliśmy poprzednio pływki gronianki, które mogą zamienić się znów w groniankę; tak rozmnaża się gronianka tylko w wodzie. W suchych miejscach, gronianka się zsycha, ścianka jej się zapada, a zawartość rozpada się na mnóstwo ciałek drobnych, otaczających się cieniutką błonką. Takie kuliste zie-



rys. 161.

lone ciała są nieruchomymi zarodnikami gronianki i są bardzo podobne do pierwotków, tak, że można przypuścić, iż pierwotki są tylko zarodnikami gronianki. Każda taka kuleczka, gdy dostanie się do wody, rośnie, następnie plazma w niej rozpada się znów na mnóstwo ciałek drobnych, wypuszczających po dwie rzęsy, wydostających się z kuleczki i pływających swobodnie w wodzie (rys. 162); są to więc znów pływki, ale znacznie mniejsze, czyli jak nazywamy pływeczki. Każda pływeczka jest bladzielona, na węższym zaś końcu, z którego wypuszcza rzęsy, jest bezbarwna; w słońcu przyjmują takie pływeczki barwę ceglastą. Gdy dwie takie pływeczki spotykają się z sobą w wodzie, wówczas stykają się bezbarwnymi dzióbkami, następnie zbliżają się do siebie bokami, przylegają do siebie i wreszcie zlewają się z sobą, tworząc



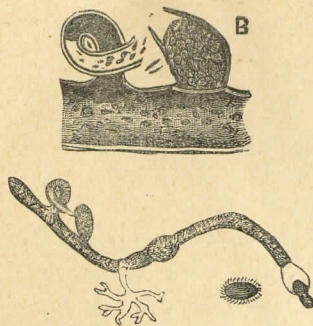
rys. 162.

jedną dużą pływkę z czterema rzęsami, która przez czas pewien jeszcze w wodzie pływa i rośnie. Wkrótce ta duża pływka zatrzymuje się, opada na dno, rzęsy wciąga, zaokrągla się, otacza się błoną i jest

siemieniem (rys. 162 z). Pływeczki, które się z innymi takimi samymi pływeczkami nie złąły w siemię, giną. Takie siemię może bądź zaraz kielkować, bądź też otoczyć się grubsza błoną i przetrwać w stanie spokoju przez całe miesiące. Gdy siemię ma

kielkować, wówczas rośnie, na górnym jego końcu skupia się cała zaródź wraz z zielenią (jeżeli w miejscie zieleni wytworzył się na słońcu barwnik ceglasty, wówczas przyjmuje on znów w kielkującym siemieniu barwę zieloną), dolny koniec siemienia, bezbarwny, wydłuża się i rozgałęzia w chwytnik i tak tworzy się znów gronianka, znacznie większa i silniejsza, aniżeli gronianka powstająca z pojedynczej pływki.

Tak samo wiele innych wodorostów wydaje, oprócz zwyczajnych pływek, daleko mniejsze i liczniejsze pływeczki, które same nie złączą się z innymi pływeczkami, kielkować nie mogą. Wiele wodorostów używa nawet głównie tego sposobu rozmnażania, który, jak widzimy, różni się od kopulacji tem, że dwie zarodzie zlewają się z sobą nie w macierzystym organizmie, lecz po za nim, i są pływkami, a który znów podobny jest do kopulacji tem, że obie zlewające się części są zupełnie do siebie podobne i wytwarzają po zlanii siemię, otaczające się błoną i bardzo wytrzymałe. Ten sposób nazywamy sprzężeniem (Conjugatio).



rys. 163.

I zrostnica, którą już znamy, rozmnażać się może nie tylko za pomocą owych pojedynczych licznie urzęsionych pływek, o których mówiliśmy, lecz jeszcze innym sposobem. Z boku zrostnicy, która, jak pamiętamy, jest pojedynczą komórką, wydłużoną,

w postaci rurki, tworzą się dwie wypuklinki (rys. 163), z których jedna wyrasta kulisto w kształcie cytrynki i skupia w sobie część zarodni zrostnicy, tworząc nagi kulisty zarodnik, odgradzający się od całej zrostnicy ścianką; w tak utworzonej komórce, która jest zarodnią, ścianka potem pęka i z zarodni wylewa się trochę śluzu; druga zaś wypuklinka wydłuża się w rurkę na końcu zamkniętą i rożkowato-zagiętą, w której również plazma przy końcu odgradza się ścianką od reszty plazmy zrostnicy. W tak zagiętym rożku odgrodzona zaródź rozpada się na ogromne mnóstwo drobnych ciałek, wypuszczających po dwie rzęsy, czyli na mnóstwo pływek, które przez pękającą potem ściankę rożka wypływają, poruszają się w wodzie, i gdy się natkną na śluz, wylany z drugiej komórki cytrynkowej, grzęzną w nim i wnikają do plazmy tej komórki; i choćby tylko jedna taka drobna pływka z rożka tej samej czy innej zrostnicy przenikła do zarodni tej komórki kształtu cytrynkowatego, zlewa się z nią i w ten sposób tworzy się siemię, choć pływka jest kilkaset razy mniejszą od zarodni, z którą się zlewa. Siemię to, jak zwykle, otacza się błoną i po pewnym czasie może kiełkować.

Zdaje się, że pływka zrostnicy, pływając w wodzie, może już ze znacznej odległości odczuć obecność drugiego, kilkaset razy od niej większego zarodnika, ku któremu dąży, aby z nim się złąć.

Ten wielki zarodnik, zlewający się z pawką, stając się tylko nagą nieobłonią i nieruchomą bryłką zarodni z jądrem, nazywamy jajkiem, zarodnię zaś, w której on się mieści nazywamy lęgnią; owe pływki zaś wytwarzające się w innej zarodni, któ-

rych celem jest zlanie się z jajkiem, nazywamy plemnikami, a zarodnię, w której się one tworzą, zowiemy plemnją. Same plemniki nigdy nie kiełkują, a jajko, jeżeli się nie zleje z plemnikiem, również nie tworzy siemienia i ginie.

Taki sposób rozmnażania ma bardzo wiele wodorostów, zarówno niższych, prostej budowy, znajdujących się we wszystkich naszych wodach, jak i wyższego ustroju wielkich nieraz wodorostów morskich. Sposób ten polega zawsze na tem, że w jednych komórkach, bądź zwykłych komórkach rośliny, bądź jak u zrostnicy, w tym właśnie celu specjalnie wytworzonych, protoplazma skupia się w nagie kuliste masy, czyli jajka, w innych znów komórkach zaródź rozpada się na mnóstwo drobnych pływek, czyli plemników, które wydostają się ze swojej zarodni, czyli z plemni, pływają w wodzie, potem wnikają do zarodni, mieszczącej w sobie jajko, czyli do lęgni i tam zlewają się z jajkiem, które wskutek tego staje się siemieniem, otacza się błoną i może po pewnym czasie kiełkować.

Sposób ten nazywamy zapłodnieniem.

Przypomina on tem jeszcze kopulację, że zapłodnienie odbywa się wewnątrz macierzystego organizmu, różni się zaś od niej, jak i od sprzężenia tem głównie, że obie zlewające się części są do siebie niepodobne, gdyż jedna jest jajkiem nieruchomem, druga pawką i są różnej wielkości: jajko jest kilkaset razy zwykle większe od plemnika, podczas gdy w obu poprzednich sposobach zlewające się części są podobne i jednakowej wielkości.

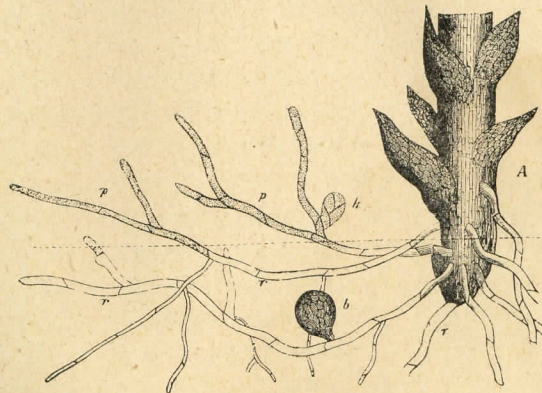
Zapłodnienie odbywające się w taki sam sposób

jak w zrostnicy i innych wodorostach, właściwe jest też i wyższym roślinom, a mianowicie mehom, paprociom i t. p., tylko organy, w których się ono odbywa, są inne. Dlatego opiszemy szczegółowiej jak się rozmnażają mechy, paprocie i niektóre inne rośliny.

Każdemu wiadomo, jak wygląda mech wogóle i że są rozmaite gatunki mechów, drobne i duże, rozgałęzione, lub nie, i że każdy mech składa się zawsze z bardzo cienkiej łodyżki, zwykle barwy brunatnej lub czerwonej, lśniącej na powierzchni i usianej drobnymi listkami. Jaka jest wewnętrzna budowa takiej łodyżki, o tem już dawniej mówiliśmy (str. 108 i rys. 26), jak również o tem, że listki składają się zwykle tylko z jednej tkanki (z wyjątkiem przechodzącego przez środek liścia nerwu). Korzeni żaden mech nigdy nie ma, posiada tylko włoski korzeniowe, wyrastające z boku łodygi, które nazywamy kosmkami (rys. 26 r). Łodyżka mechu wyrasta ze spletku nici, który nazywamy nitowiem (rys. 164 p, r), tak jak grzyby wyrastają z grzybni. Każda nić nitowia jest przegrodzona poprzecznymi, ukośnie stojącymi ściankami, na komórki ułożone przy sobie w jednym szeregu i rozgałęzia się w takie same nici. Jest to rzecz bardzo dziwna, że ścianki poprzeczne nitowia są ukośne, bo zresztą u wszystkich innych roślin ścianki poprzeczne komórek są zawsze prostopadłe do podłużnych. W komórkach nitowia znajdują się ciała zieleni i jeżeli część nitowia znajduje się nad ziemią (rys. 164 p), jest ona z tego powodu zieloną, nitowie zaś pod ziemią (rys. 164 r), jest bezbarwne. Gęsto ułożone na łodyżce listeczki (rys. 164 A) są siedzące, t. j. bezogonkowe, a wyżej stojące, więc

młodsze listki, są zwykle dłuższe od dolnych, co jest zjawiskiem również odmiennem, aniżeli u innych roślin. Na samym wierzchołku łodyżki listki są bardziej skupione, często innej barwy i postaci, aniżeli na całej łodyżce i tworzą t. zw. otulnię.

Jak już wspomnieliśmy, mechy mają liczne sposoby wegetacyjnego rozmnażania, bo naprzód łodyżka od nasady gnieje, a więc jeżeli łodyżka jest rozgałęzioną, to po obumarciu głównej łodyżki, gałązki



rys. 164.

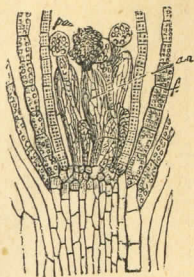
zostają przez to od siebie oddzielone, a ponieważ gałązki często również wydają kosmki, zapuszczające się w ośrodek, na którym rosną i pobierają kosmkami pokarm mineralny, przeto każda gałązka staje się oddzielnym osobnikiem. Prócz tego na jakimkolwiek miejscu rośliny, np. na nitowiu, na łodyżce, na końcu listka może jakaś komórka podzielić się kilka razy i utworzyć ciało zaokrąglone kilkukomórkowe, które oddziela się od rośliny i w odpowiednich warunkach może wykiełkować, tworząc z po-

czątku nitowie, z którego potem wyrasta łodyżka mchu z liśćmi i z innymi organami. Takie ciała nazywamy rozródkami albo rozmnożkami. Nitowie, a także u wielu mchów kosmki wytwarzają pączki, z których wyrastają nowe osobniki mchu. Takie pączki wytworzyć się mogą na każdym niemal odeitym listku mchu, utrzymanym w dostatecznej wilgoci. Zresztą każda prawie komórka naskórka łodygi może wytworzyć w odpowiednich warunkach nitowie, z którego znów wyrastają nowe osobniki mchu,

a w kątach liści niektórych gatunków mchów tworzą się ciała jajowatego kształtu i brunatnej barwy, które tak samo jak rozmnożki służą rozrośnięciu do rozmnażania.

Mchy więc mają różnorodne sposoby rozmnażania,

lecz główny sposób jest następujący: Na wierzchołku łodyżki lub gałązek (rys. 165), otoczonym otulnią, tworzą się specjalne organy wielokomórkowe w postaci buteleczek z długimi szyjkami i rozszerzonym u dołu brzuszkiem (rys. 166). Przez środek szyjki przechodzi kanalik, z początku na wierzchołku zamknięty i wypełniony śluzem, na dnie zaś bu-



rys. 165.



rys. 166.

teleczki, w brzuszku leży kawałek nieoblonej zarodki z jądrem, która jest jajkiem. Ponieważ ścianki tej buteleczki złożone są z wielu komórek, przeto nie nazywamy takiej zarodni lęgnią, jak u wodorostów, lecz rodnią. U niższych wodorostów i grzybów zarodnie były pojedynczymi komórkami, u mchów a tak samo u innych wyższych roślin są wielokomórkowe. Takich rodni, mieszczących w sobie po jednym jajku, jest na wierzchołku mchu wiele i są one od siebie oddzielone cienkimi niteczkami, pionowo wyrastającymi, z których każda składa się z kilku komórek. Gdy rodnia dojrzeje, wówczas komórki, tworzące szczyt jej szyjki (rys. 166 m), odchylają się od siebie i w ten sposób otwierają kanalik, z którego wylewa się trochę śluzu. Prócz tego na tych samych łodyżkach pomiędzy rodniami, lub też na oddzielnych gałązkach siedzą wielokomórkowe woreczki, również oddzielone od siebie i od rodni takimiż cienkimi niteczkami; te woreczki są plemniami (rys. 166).

Gdy kropla wody przykryje wierzchołek łodyżki, wówczas plemniki pękają i wyrzucają z siebie mnóstwo drobnych kulistych komórek (rys. 167 a). Każda taka komórka (3) w wodzie pęka i z jej wnętrza wychodzi pływka cienka i podłużna, mająca jeden koniec nieco grubszy, a drugi zwężony i zaopatrzony w dwie dłu-



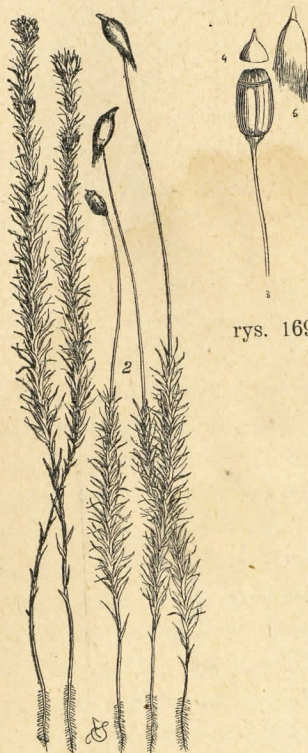
rys. 167.

gie rzęsy (rys. 167₄). Taka pływka, będąca plemnikiem, pływa w wodzie, skręcając się rozmaicie i wywijając rzęsami, a gdy przepływa w bliskości rodni, zwraca się ku niej, grzęźnie w śluzie, który się z szyjki rodni wylał, wnika do kanałika w szyjce i dochodzi aż do samego jajka, z którym się zlewa. Gdy plemnik nie dostanie się do jajka, ginie, tak samo i jajko, jeśli nie zleje się z plemnikiem. Przekonano się, że plemniki zostają ku rodni zwabione cukrem trzeiniowym, t. j. zwyczajnym cukrem krystalicznym, jaki otrzymujemy z trzciny cukrowej, buraków i innych roślin, którego odrobina mieści się także w śluzie rodni.

Gdy choć jeden plemnik dostanie się do jajka w rodni i zleje się z niem t. j. jak powiadamy, gdy jajko zostanie zapłodnione, wówczas staje się siemieniem, zdolnem dalej się rozrastać i kiełkować i przedewszystkiem otacza się błoną. Rzecz dziwna, że takie siemię nie oddziela się od rośliny macierzystej, lecz dalej pozostaje w niej, rośnie i kiełkuje wewnątrz rodni, wydając drugie pokolenie. Rosnąc, siemię wydłuża się w wałeczek, który dolnym końcem wrasta nieco w łodygę mchu i czerpie z niej pokarm, nie zrastając się z nią. Górna część wałeczka rośnie tak samo w górę, dzieląc się na coraz większą ilość komórek. Rosnąc w górę, wałeczek ten dorasta do szyjki rodni, ciśnie na nią coraz silniej, tak, że wreszcie brzusek rodni rozrywa się w połowie i górna część całej rodni unosi się na rosnącym wierzchołku siemienia. Siemię, wciąż rosnąc w górę i dzieląc się, wytwarza wreszcie długą cienką zwykle czerwonej barwy łodyżkę, rozszerzoną u góry w t. zw.

puszkę (rys. 168—mch płonnik), w której zawartość, t. j. zaródź tworzy mnóstwo drobnych ziarn, czyli komóreczek, wypełniających całą puszkę. U góry jest puszką przykryta wieczkiem (rys. 169₄) a nad niem siedzi owa górna oderwana część rodni, którą nazywamy czepcem (rys. 169₅). Łodyżka z puszką, a nie raz z czepcem bywa najczęściej tak duża, iż ją łatwo widzimy okiem, nieuzbrojonym w szkła (Mech. zwany płonnikiem, przedstawia rys. 168 w wielkości nieco zmniejszonej).

Cała ta łodyżka, z puszką wypełnioną ziarnami i wieczkiem, jest luźno osadzona w łodydze mchu, tak, że daje się łatwo wyciągnąć i wytworzyła się, jak mówiliśmy, z siemienia, a więc stanowi osobną zupełnie roślinę,—drugie pokolenie mchu. To drugie pokolenie, jak widzimy, jest u mchów wcale nie podobne do pierwszego: nie ma liści, kosmków ani nitowia, gdyż żywi się sokami rośliny macierzystej i trwa krótko. Czepiec osadzony luźno na puszcze wkrótce spada, uniesiony



rys. 169.

rys. 168.

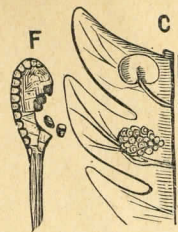
wiatrem lub deszczem, w dojrzałej puszcze wieczko się otwiera i z wnętrza puszkki wypadają wówczas te drobne ziarna i zostają rozniesione wiatrem w różne strony. Każde takie ziarno, gdy padnie na odpowiednią glebę i ma pod dostatkiem ciepła i wilgoci, kielkuje, a więc ziarna te w puszcze zawarte są zarodnikami i to zwykłymi nieruchomymi zarodnikami, mogącymi odrazu kielkować bez zlania się z innym zarodnikiem, tak jak np. zarodniki większych grzybów.

Kielkowanie takiego zarodnika polega na tem, że zarodnik wypuszcza nić, rosnącą wciąż wierzchołkiem i dzielącą się poprzecznymi skośnymi ściankami na komórki; nić taka rozgałęzia się w takie same nici i w ten sposób tworzy się nitowie; niektóre komórki tego nitowia tworzą pączki (rys. 164 k), z których wyrasta łodyżka mechu usiana listkami i tworząca potem na wierzchołku znów rodnie i plemnie. Ten mech więc, który z zarodników powstaje, jest zupełnie podobny do pierwszego pokolenia i wydaje po zapłodnieniu jajeczka w rodni znowu łodyżkę z puszką i zarodnikami, które się tak samo rozsiewają i t. d. Z tego widzimy, że u mechów pierwsze pokolenie jest podobne do trzeciego, do piątego, siódmego i t. d., drugie zaś pokolenie podobne jest znów do czwartego, szóstego, ósmego i t. d.; nazywamy to zmianą pokoleń. U mechów główne pokolenie, mające liście i inne organy, wydaje siemiona, podczas gdy drugie niepozorne pokolenie rozmnaża się za pomocą zwykłych zarodników; u paproci zaś, skrzypów i innych roślin jest odwrotnie, t. j. główne trwałe pokolenie, mające oka-

załe organy, wydaje tylko zwykłe zarodniki, a dopiero drugie, niepozorne, drobne, krótkotrwałe pokolenie tworzy rodnie i plemnie, przy pomocy których jajko zostaje zapłodnione i wytwarza siemię. Zaraz to lepiej poznamy na paprociach.

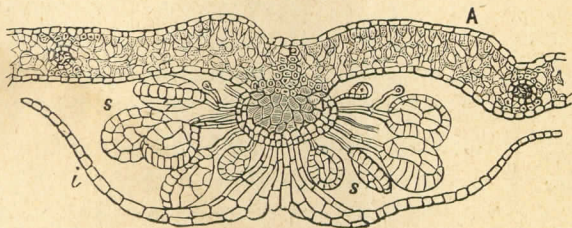
Paprocie mają łodygę nie rozgałęzioną, zwykle u nas podziemną, albo pełzającą, lub jak w gorących krajach w postaci wyniosłego słupca czyli kłodziny, ozdobionej na wierzchołku koroną okazałych liści. Nie mają już one ani chwytników, ani kosmków, lecz prawdziwe korzenie, opatrzone czapeczką i włóśnikami. Wewnętrzny ustrój paproci jest taki jak u wszystkich wyższych roślin, bo znajdujemy już w nich tkanki wszystkich trzech rodzajów, t. j. naskórek, tkanki zasadnicze i wiązki naczyniowe i sitkowe.

Paprocie mogą rozrządzać się za pomocą kłaczy lub też zarodników, tworzących się na ogonku lub na blaszce liścia. Głównie jednak rozmnażają się za pomocą drobnych jednokomórkowych ziarn, czyli zarodników wytwarzających się w osobnych woreczkach, czyli zarodniach, zebranych na liściu w skupienia, zwane kupkami. Na dolnej powierzchni liścia dojrzałej paproci można łatwo zobaczyć okrągłe albo podługne kupki (rys. 170 C), najczęściej barwy brunatnej, ułożone szeregami wzdłuż nerwów, albo przy brzegu liścia, zwykle zawiniętym nad niemi. Tych kupek nie dostrzeżemy nigdy na górnej powierzchni liścia, która zawsze jest gładką i ciemnozieloną, lecz stale na stronie spodniej. Każda taka



rys. 170.

kupka, najczęściej wielkości główki od szpilki, których na każdym liściu wielkie mnóstwo się mieści, jest zbiorem wielu małych woreczków, osadzonych na nóżce, czyli zbiorem zarodni (rys. 171); niekiedy całą kupkę przykrywa z wierzchu mały płaski tarczowaty listeczek, barwy ciemno-żółtej, większy od kupki lub też mniejszy; listeczek ten nazywamy zawijką albo osłonką (rys. 171 *i*). Zarodnie tworzą się z komórek naskórka liścia i są złożone z cienkich

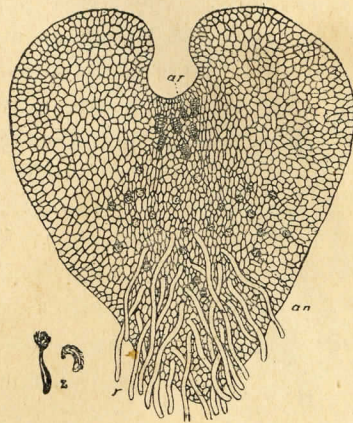


rys. 171.

komórek tabliczkowatych (rys. 171 *s*); są to więc organy wielokomórkowe. Tylko jeden szereg komórek obiegający z góry na dół dookoła zarodni jest złożony z komórek o grubych ściankach; ten szereg komórek nazywamy pierścieniem. Gdy zarodnia dojrzeje, pierścień zsycha się i kurczy, wskutek tego zarodnia pęka (rys. 170 *F*) i wysypują się z niej zawarte wewnątrz ziarna czyli zarodniki. Zarodnik każdy jest drobną komóreczką, która w odpowiednich warunkach na ziemi lub z początku nawet na wodzie może kiełkować. Z takiego zarodnika wyrasta maleńki listek, serduszkowatego kształtu leżący płasko na ziemi; górna jego powierzchnia jest zielona, dolna brunatna; z dolnej strony wyrastają

kosmki jak u mchów, wrastające w ziemię, do której przytwierdzają listek i z której pobierają dla niego pokarm mineralny. Listek ten stanowi całe drugie pokolenie paproci, wyrosłe z zarodnika i nazywa się przedroślem.

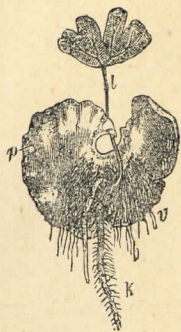
Widzimy, że drugie pokolenie paproci jest wcale niepodobne do pierwszego. Na dolnej stronie przedrośla, pod serduszkowatym jego wcięciem tworzą się rodnie podobne do rodni mchów, (w powiększeniu rys. 172 *ar*), w postaci drobniutkich buteleczek, lecz z krótką szyjką, której kanalik tak samo jest wypełniony śluzem wylewającym się, gdy szyjka dojrzeje i otworzy się; na dnie brzuszka rodni leży bryłka nagiej zarodzi z jądrem, stanowiąca jajko; ścianki rodni złożone są z licznych komórek, tak, że jest to również organ wielokomórkowy. Oprócz rodni, tworzą się na dolnej



rys. 172.

stronie przedrośla, lecz bliżej drugiego jego końca, pomiędzy kosmkami, liczne drobne plemniki (rys. 171 *an*), z których, gdy dojrzeją i otworzą się w wodzie, wypadają drobne ziarna, a z nich, jak u mchów, wychodzą plemniki. Każdy plemnik jest pływką śrubowato skręconą, posiadającą liczne rzęsy (rys. 171 *z*), żywo poruszającą się w wodzie i wrażliwą na obecność rodni, ku której się zwraca.

Długo starano się dociec, z jakiej to przyczyny te pływki, krążąc swobodnie w różne strony w wodzie, zwracają się nagle ku rodni, gdy jej obecność z daleka poczują. Teraz przekonano się, że plemniki przynęca ku sobie kwas jabłkowy, zawarty w rodni, ten sam kwas, który nadaje smak kwaskowaty niedojrzałym jabłkom. Kwas jabłkowy jest kwasem bardzo rozprzestrzenionym w świecie roślinnym, zawiera go bowiem bardzo wiele roślin, mieści się też w jajku i śluzie rodni niższych roślin; tylko u mchów, jak już wiemy, przynęca plemniki do rodni cukier trzcinowy. Jeżeli bardzo wąziutką, jak włoskę, rurkę szklaną, napełnioną kwasem jabłkowym, pomieścimy w wodzie, w której pływają plemniki, wówczas zobaczyć można pod drobnowidzem jak wszystkie



rys. 173.

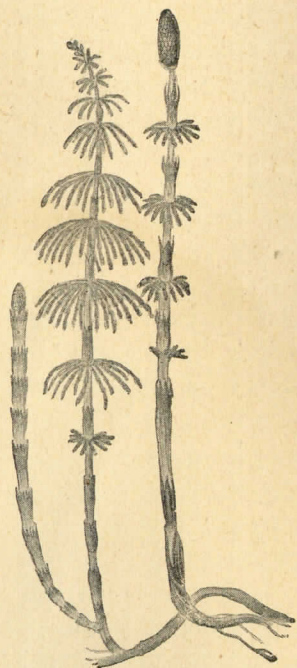
plemniki nagle zwracają się ku tej rurce i wciskają się w nią w takiej ilości, że zatykają całą rurkę. To samo będzie, jeżeli rurkę napełnimy sokiem jakiegokolwiek rośliny, zawierającej kwas jabłkowy, lecz żadne inne ciało prócz kwasu jabłkowego plemników nie przywabia (z wyjątkiem plemników mchów wrażliwych jeszcze na cukier kryształiczny). Jak z tych rurek, tak z rodni przez wylewający się śluz

przesiąka trochę kwasu jabłkowego do wody i działa na plemniki, przyciągając je ku rodni. Gdy plemniki do rodni się zbliżą, grzęzną naprzód w śluzie, wskazującym im już dalszą drogę przez kanalik szyjki do jajka. Gdy plemniki dostaną

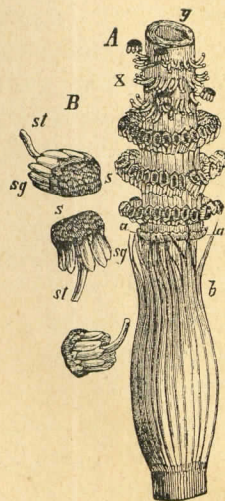
się do jajka i zleją się z niem, t. j. zapłodnią je, wówczas jajko otacza się błoną i tworzy siemię, które poczyną się rozrastać i dzielić wewnątrz macierzystego organizmu, pobierając z początku pożywienie z przedrośla. Rosnąc, tworzy siemię korzeń, zrastający się z ziemią i pęd, wyrastający nad ziemię (rys. 173) i powoli wyrasta w ten sposób z siemienia trzecie pokolenie zupełnie podobne do pierwszego, podczas gdy przedrośle, z którego siemię wycozpało wszystkie pożywne substancje, zsyca się i ginie.

Dziwnem jest, że choć w przedroślu było kilka rodni i każda mogła zostać zapłodnioną, to jednak tylko jedno siemię rozrasta się, a inne giną, gdyż braknie im w przedroślu pożywienia, wystarczającego tylko dla jednej rośliny; gdyby nawet wszystkie siemiona z przedrośla wykiełkowały, to powstałe stąd roślinki rosłyby tak blisko siebie, że tylko jedna mogłaby się rozwinąć; w rzeczywistości jednak tylko jedno siemię kiełkuje. Przedrośle więc, choć stanowi drugie pokolenie, lecz trwa bardzo krótko, powyżej kilku tygodni i służy tylko do wydania organów rozrodczych, rodni i plemni, tak jak łodyżka z puszką u mchów służy tylko do wydania zarodników, prócz tego przedrośle stanowi organ mieszczący w sobie zapas pokarmu dla pierwszych trudnych chwil życia kiełkującego siemienia. U paproci więc jak i u mchów widzimy zmianę pokoleń, z tą tylko różnicą, że u paproci główne, długotrwałe i okazałe pokolenie wydaje zwykle bezpłciowe zarodniki, a dopiero drugie, krótkotrwałe i drobne pokolenie wydaje rodnie i plemniki, u mchów zaś jest odwrotnie.

Po polach i łąkach, nad rowami, błotami, w wodzie znaleźć można szczególne zielne roślinki, złożone z twardej i kruchej łodygi, u niektórych gatunków rozgałęzionej w cienkie, okółkowo ułożone gałązki, tak, że są podobne do małych sosenek. Są to skrzypy (rys. 174). Mają one, jak paprocie, korzenie typowe, wiązkowate, wyrastające z długich nieraz kłączy podziemnych, z których wyrastają i pędy nadziemne. Zarówno korzenie jak i łodygi



rys. 174.



rys. 175.

złożone są z tkanek i wiązek. Łodyga jest wewnątrz pusta, na zewnątrz wzdłuż brózdkiwana z naskórkiem, zawierającym wiele krzemionki (t. j. substancji, z których składa się krzemień) i wskutek tego twarde, suchym i kruchym, z którego to powodu łodygi

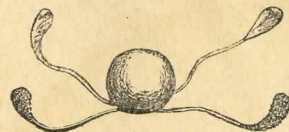
pocierane o siebie skrzypią; używają ich do polerowania metali. Liści skrzyp nie posiada, lecz w każdym węźle, z którego, jak powiedzieliśmy, często wyrastają okółkowo cienkie gałązeczki, znajduje się błonka, otaczająca całą łodygę dokoła i u góry zażębiona (rys. 174 a); są to szczątkowe listki, pozostałości po znikających u skrzypów liści, zrosłe dokoła z sobą; każda łodyżka ma takie same organy w węzłach, z których znów wyrastają boczne gałązeczki tak samo złożone. Cały pęd, choć liści nie posiada, jest zielony, a więc może przyswajać dwutlenek węgla. Na wierzchołku łodyżki stoją drobne



rys. 176.



rys. 177.



rys. 178.

listki, odmiennego kształtu i barwy, skupione w kłos (rys. 174 b). Każdy listek tego kłosu jest sześciokątny i stoi równolegle do łodygi na ogonku, wyrastającym z jego środka i do łodygi prostopadłym (rys. 175). Są to więc listki tarczowate. Na stronie zwróconej ku łodydze siedzą na tych listkach dokoła ogonka prostopadle podłużne woreczki (sg) czyli zarodnie, z których gdy dojrzeją wysypują się zarodniki. Każdy zarodnik jest osobną komóreczką, otoczoną błoną, a oprócz tego dwie wazkie i długie na krzyż złożone wstęgi przyrosłe do zarodnika w tym miejscu, gdzie się krzyżują, zwijają się dokoła niego śrubowato tak, że tworzą jakby drugą zewnętrzną błonkę (rys. 176 i 177).

Gdy zarodnik wysycha, wstęgi te odwijają się i prostują się nagle (rys. 178) tak, że uderzają o ziemię czy inną podstawę z taką siłą, iż zarodnik podskakuje w górę i w ten sposób może się przenieść w inne miejsce. W miejscu wilgotnem wstęgi te znów się zwijają; najmniejsza różnica w wilgotności powietrza powoduje to podskakiwanie zarodników, które dobrze dostrzedz można wysypawszy zarodniki na dłoń i huchając na nie. Zarodnik taki w odpowiednich warunkach kiełkuje w płaski listek, czyli w przedrośle, którego górna powierzchnia jest zielona, spodnia wydaje brunatne kosmki, a także rodnie i plemniki, podobnie jak przedrośle paproci. W niektórych gatunkach skrzypów jedno przedrośle tworzą tylko rodnie, inne przedrośla wyrosłe z takich samych zarodników, tworzą tylko plemniki. W rodni znajduje się jajeczko, które w taki sam sposób jak u paproci, zostaje zapłodnione plemnikami, wydostając się z plemni, i tworzy siemię, otaczające się błonką i kiełkujące w nowy osobnik skrzypu, podobny do pokolenia pierwszego.

Paprocie więc i skrzypy, a także jeszcze znane wam pewnie widłaki, któremi ozdabiamy baby wielkanocne, podobne nieco do mchów lecz z dłuższymi pełzającymi, grubymi łodygami, złożonymi z tkanek i naczyń i typowymi przybyszowymi korzeniami, mają zawsze dwa różne pokolenia, z których pierwsze typowe wydaje zwykłe zarodniki, a drugie krótkotrwałe wydaje rodnie i plemniki (w przedroślach widłaków zresztą nie udało się dostrzedz tych rodni).

Z tego powodu obejmujemy te rośliny, t. j. paprocie, skrzypy i widłaki jedną nazwą paprotni-

ków. Do paprotników podobne są mchy w tym względzie, że również wydają plemniki i rodniki, z którego to powodu paprotniki i mchy nazywamy razem rodnikowcami.

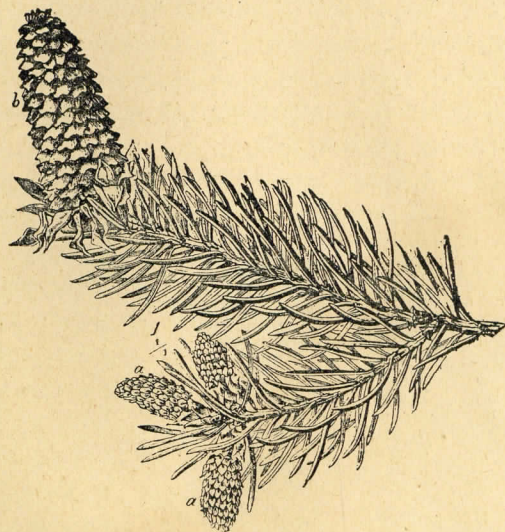
Powiedzieliśmy, że u niektórych skrzypów bywa tak, iż z jednych zarodników powstają przedrośla z rodniami, z innych zupełnie takich samych zarodników tworzą się znów przedrośla z plemnikami. Bywa jednak u niektórych innych paprotników i tak, że z góry poznać można, jakie zarodniki wytwarzają przedrośla z rodniami, a jakie z plemnikami, gdyż te zarodniki, które tworzą przedrośla z rodniami są u tych roślin znacznie większe, nazywają się z tego powodu wielkozarodnikami i mieszczą się po kilka w jednej wielkiej zarodni, czyli w t. zw. wielkozarodni; te zaś zarodniki, które wytwarzają przedrośla z plemnikami, są u tych roślin znacznie mniejsze, nazywają się drobnozarodnikami i mieszczą się w wielkiej ilości, skupione w mniejszych zarodniach, czyli w t. zw. drobnozarodniach. Wielkozarodniki wypadają z wielkozarodni i kiełkują, jeżeli są potemu warunki, wytwarzając przedrośle z rodniami, lecz to przedrośle wytwarza się zwykle wewnątrz wielkozarodnika, którego błonka tylko pęka, tak, że rodniki wyglądają na zewnątrz; takie przedrośle stanowi głównie nagromadzenie pożywienia dla mających kiełkować siemion, które wytwarzają się w rodni z jajek po zapłodnieniu. Drobnozarodnik wypada z drobnozarodni i z jego zawartości tworzy się maleńkie przedrośle z małą ilością plemni i plemników. Otóż tak samo zupełnie, jak zobaczymy, dzieje się i u wyższych roślin, t. j. roślin kwiatowych, do któ-

rych teraz przejdziemy i których sposób rozmnażania zrozumieć można dopiero wówczas, gdy zrozumiemy sposoby rozmnażania niższych roślin, zwłaszcza tych paprotników, wydających wielkie i drobne zarodnie.

XXV. Rozmnażanie nagonasiennych. Następstwo typów roślinnych. Kwiatostany.

Przypatrzymy się teraz, jak się rozmnażają rośliny kwiatowe, i o ile ich sposób rozmnażania różni się od tych sposobów, któreśmy poznali u niższych roślin, bezkwiatowych. Pamiętajcie pewnie, że głównymi częściami kwiatu są 1) pręciki, złożone z nitczek, zakończonych główkami, czyli t. zw. pylnikami, z których po dojrzeniu, wysypuje się pyłek i 2) słupki, mieszczące w sobie zalążki, które się zamieniają w nasiona, gdy zostaną zapłodnione pyłkiem. Opiszemy naprzód, jak się rozmnażają rośliny, mające kwiaty najprostszej budowy, a potem poznamy kwiat typowy. Rozpatrzmy naprzód kwiaty sosny, której wysoki pień z długimi gałęzmi i iglastymi, podwójnymi długimi liśćmi, pewnie dobrze znamy. Sosna ma dwojakiego rodzaju kwiaty, tworzące się w maju; jedne złożone z samych żółtych pręcików, bez słupków, siedzą grupami na zeszłorocznych gałązkach już zdrzewniałych (rys. 179 b), inne znów złożone z samych łuseczek, na których siedzą zalążki takie same, jak zalążki znajdujące się w słupkach wszystkich kwiatów typowych, wyrastające pod wierzchołkiem młodych pędów (rys. 179 a). Sosna więc, zarówno jak i inne iglaste rośliny, niema w kwie-

cie wcale słupków, lecz tylko ich główną zawartość, t. j. zalążki, z których tworzą się potem nasiona, gdy pyłek z pręcików do nich się dostanie. Kwiaty sosny nie zawierają nigdy jednocześnie zalążków i pręcików, lecz tylko jedno albo drugie; na starszych gałązkach siedzące kwiaty w postaci żółtych małych szyszek zawierają tylko pręciki, inne takie same

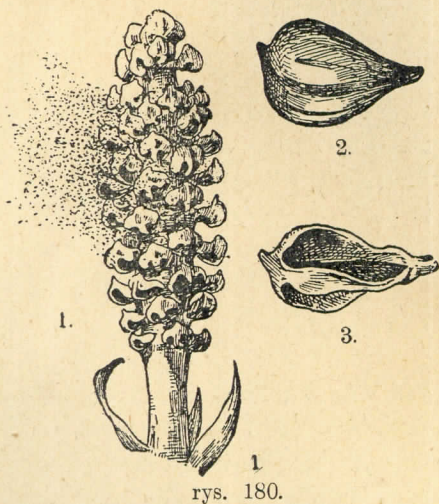


rys. 179.

szyszeczeki siedzące na wierzchołkach młodych pędów zawierają tylko zalążki. Jedne i drugie kwiaty są bardzo niepozorne, gdyż nie mają żadnej korony, a składają się tylko z łusek, kryjących pod sobą pręciki czy zalążki, i osadzonych na jednej krótkiej osi. Szyszka pręcikowa składa się z cienkiej gałązeczki, dokoła której siedzą na krótkich nitkach łus-

seczki tarczowate, tak jak zarodnionośne listki skrzypu, a na spodniej stronie takiej łuseczki, zwróconej do tej gałązeczki, tak samo jak zarodnie na spodniej stronie tarczowatych listków skrzypu, siedzą woreczki, które po dojrzewaniu pękają, wysypując drobne ziarenka czyli pyłek (rys. 180). Te woreczki więc, zawierające pyłek, można uważać za pylniki, znajdujące się na końcu pręcików wszystkich kwiatów, a całą nitkę wraz z łusieczką i temi woreczkami pylnikowymi można uważać za pręcik; wiele takich pręcików, osadzonych na wspólnej łodyżce, stanowi szyszkę pręcikową czyli męską.

Tak samo jak u skrzypów, tak również i w sosnie można te woreczki, siedzące pod tarczowatymi



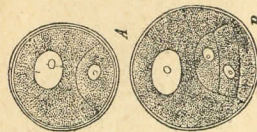
rys. 180.

listkami i zawierające pyłek, nazywać zarodnikami, a ziarna pyłku zarodnikami, gdyby nie to, że nazwę pręcików nadano im już bardzo dawno, gdy nie znano jeszcze dobrego sposobu rozmnażania się skrzypów, ani podobieństwa ich za-

rodników do pyłku sosny lub innej rośliny kwiatowej.

Każde ziarenko pyłku, otoczone jest dwiema błonkami i mieści w sobie zaródź z jądrem, z których

potem wewnątrz tego zarodnika tworzą się dwie małe komóreczki, stanowiące drobne przedrośle, a reszta zarodki przedstawia jakby plemnię z dwoma jądrami, które są dwoma nieruchomymi plemnikami (rys. 181). To wszystko tworzy się wewnątrz zarodnika z podziału jądra pierwotnego i zarodki i stanowi drugie pokolenie, które wykiełkowało z zarodnika, nie wychodząc z niego, co też bywa, jak widzieliśmy, u niektórych paprotników. Ponieważ te zarodniki wytwarzają przedrośle tylko z plemnią w swoim wnętrzu i są mniejsze od innych zarodników sosny, wytwarzających zarodniki z rodniemi, więc można te zarodniki, czyli pyłek uważać za drobnozardniki, a woreczki pylnikowe za drobnozardnie. Każde ziarenko pyłku sosny ma błonkę zewnętrzną z dwóch stron wydętą w pęcherzyk, wskutek czego łatwo może być uniesione wiatrem. Rzeczywiście też, gdy tylko pyłek z woreczków swych wypada, zostaje on rozwiany wiatrem w różne strony. Część jego ginie; wiele ziarn zostaje



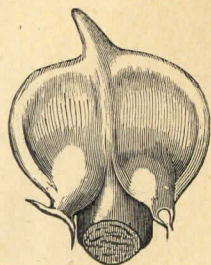
rys. 181.

porwanych deszczem, który je zbija ku ziemi, (co nawet dało powód do mniemania, że z deszczem spada nieraz siarka), wiele jednak ziarn może się dostać na owe inne szyszki siedzące na wierzchołkach młodych pędów, wystawione na działanie wiatru, o których wspomnieliśmy.

Na wierzchołkach młodych gałązek sosny wyrastają mianowicie zupełnie inne szyszki (rys. 179 b), złożone także z mnóstwa łusieczek. Na wewnętrznej stronie każdej łuski siedzą dwa małe białe zalążki

(rys. 182), a pod każdą łuseczką mały listek. Zalążki są otoczone błoną otwartą u dołu, a wewnątrz składają się z woreczka zawierającego zaródź i jądro i tworzącego potem pod tym otworem zwróconym ku dołowi rodnie z bardzo krótkimi szyjkami, zawierające po jajku. Woreczek ten można więc uważać za wielkozarodnik, kielkujący w przedrośle z rodniami, a cały zalążek za wielkozarodnię.

Sosna więc wydaje drugie pokolenie, czyli przedrośle dwóch rodzajów: męskie z plemniami i żeńskie z rodniami. Aby to drugie pokolenie wydało znów trzecie, musi jajko w rodni zostać zapłodnione przez plemnik z plemni. Dzieje się to w taki sposób: Gdy zalążek dojrzeje, wypuszcza przez swój otwór kroplę lepkiego płynu przezroczystego, w którą wpadają



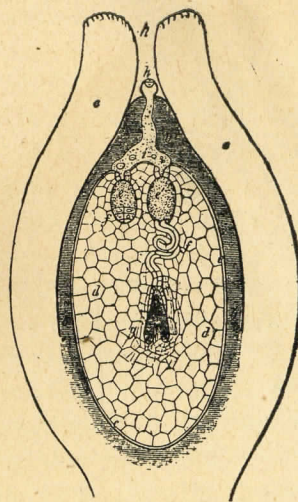
rys. 182.

ziarenka pyłku czyli drobnozarodniki, roznoszone wiatrem w różne strony, a gdy ta kropla powoli wysycha, pływający na niej pyłek opada coraz niżej w otwór zalążka, (rys. 183 h), znacznie powiększony), tak, że ziarna pyłku dostają się wreszcie do woreczka zalążkowego, w którym wytworzyły się rodnie (rys. 183 e). Wówczas każde ziarnko pyłku pęcznieje, zewnętrzna błonka jego wskutek tego pęka, a wewnętrzna wydłuża się w nitkę (rys. 183 i), która bardzo powoli wrasta w woreczek zalążkowy i w rodnie, aż do jajka. Ta wyrastająca z pyłku nitka nazywa się łagiewką, na końcu jej znajdują się owe dwa jądra, czyli nieruchome plemniki, które się już przedtem wytworzyły

i które zapładniają właśnie jajko, tworząc z niego siewię. Ta łagiewka rośnie tak powoli, że dopiero po roku przeszło (dokładnie po 13 miesiącach, t. j. w czerwcu następnego roku), dochodzi do jajka i zapładnia je. Gdy się to stanie, jajeczko zaczyna się dzielić (rys. 183 e, f) i wyrastać w małą roślinkę, czyli w zarodek (rys. 183 g), mający na jednym końcu zaczątek korzenia, na drugim pączuszek, otoczony kilkoma liścieniami. Zanim jeszcze łagiewka doszła do rodni, cały woreczek zalążkowy wewnątrz się zmienił, bo jego jądro poczęło się samo z siebie dzielić i wraz z zarodzią woreczka utworzyło mnóstwo komórek (rys. 183 d), które cały woreczek wypełniły; teraz więc dopiero rozwinęło się wewnątrz woreczka zalążkowego należyte przedrośle, w którym jest nagromadzony pokarm dla młodej kielkującej roślinki.

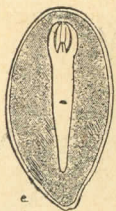
To całe przedrośle nazywamy u roślin iglastych i u wszystkich innych kwiatowych bielmem; z niego zacząć potem, jak zobaczymy, wysysać pokarm liścienie, otaczające pączuszek, i oddawać ten pokarm zarodnikowi. Bielmo wytwarza się wciąż i po zapłodnieniu jajeczka, otaczając cały wyrosły z jajka zarodek dokoła.

Z chwilą, gdy łagiewka zaczęła z pyłku wyrastać,

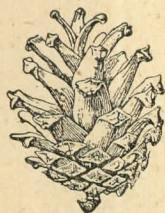


rys. 183.

łuseczki, na których siedzą zalążki — zaczynają się rozrastać i drzewnieć, listki pod nimi siedzące również z początku drzewnieją, potem zanikają. Zdrzewniałe łuski przylegają do siebie silnie, tak że cała szyszka się zamyka, i wydzielają żywicę, którą się otaczają dokoła, tak, że łagiewki wyrastają z ziarn pyłku wewnątrz zamkniętej i ochronionej żywicą szyszki i są zupełnie zabezpieczone od wpływów zewnętrznych. Tak zamknięte łuski szyszki rozrastają się i drzewnieją coraz bardziej, brunatnieją i wydzielają smolę w ciągu dwóch lat. Przez ten czas jajeczko zostaje zapłodnione i tworzy zarodek; we-



rys. 184.



rys. 185.

wewnątrz woreczka zalążkowego tworzy się bielmo, a błonka zalążka tworzy grubą i suchą skórę. Teraz tak zmieniony zalążek składa się więc z twardej skórki, bielma i młodej roślinki czyli zarodka, który wykiełkował z siemienia (rys. 184). To wszystko razem nazywamy nasieniem. Gdy powstanie takie nasienie, zarodek przestaje w nim rosnać, zdrzewniałe łuski szyszki poczynają się odchylać (rys. 184 a); wtedy na wewnętrznej stronie każdej łuski zobaczyć można dwa nasiona, każde opatrzone cienką, dużą, błonką (rys. 185 b).

Jak powiedzieliśmy, szyszka otwiera się dopiero po upływie dwóch lat od chwili, gdy się zamknęła, nasiona wypadają i zostają rozrzucone wiatrem dzięki błonce, która tworzy przy nasieniu jakby skrzydełko. W odpowiednich warunkach nasienie kiełkuje; wsiąkająca w nie woda i ciepło rozpuszczają pokarm nagromadzony w bielmie, który pęcznieje, rozrywa skórę i wraz z wodą wsiąka w liścienie, a z nich w zarodek nasienia; zarodek wskutek tego rośnie, rozwija się coraz bardziej, aż wyrośnie w młodą sosnę, podobną do tej, z której się nasienie wytworzyło. W miarę jak pokarm z bielma wsiąka w zarodek, nasienie, a potem i liścienie giną, młoda roślina poczyną samodzielnie pobierać pokarm z ziemi i z powietrza.

Tak samo jak sosna rozmnażają się też wszystkie rośliny iglaste. Widzimy, że pomiędzy sposobem rozmnażania iglastych roślin i paprotników niezbyt wielka zachodzi różnica, drugie pokolenie jest tylko bardziej nikłe, zupełnie jest zamknięte w swoim zarodniku, nie przypomina przeto już zupełnie oddzielnej rośliny, plemniki nie są już pływkami, a zapłodnione niemi jajko poczyną się z początku rozrastać w nową roślinkę, lecz wzrost tej roślinki czyli zarodka ustaje, i dopiero gdy całe nasienie, stanowiące drugie pokolenie z początkiem trzeciego t. j. z zarodkiem, oddzieli się od pierwszego i znajdzie się w przyjaznych po temu warunkach, poczyną zarodek dalej się rozrastać.

Pozatem jednak organy rozrodcze czyli tak zw. kwiaty roślin iglastych, ich czynności i zmiany w nich zachodzące, są bardzo podobne, jak widzimy, do or-

ganów rozrodczych roślin niższych, zwłaszcza niektórych paprotników, można więc rośliny iglaste pod tym względem uważać za rośliny łączące rośliny bezkwiatowe z kwiatowemi. W ten sposób przedział rozgraniczający rośliny bezkwiatowe od kwiatowych zostaje zniesiony; kwiaty roślin iglastych są nieco zmienionemi organami rozrodczemi, właściwemi roślinom niższym; tak samo jak u paprotników tak i u roślin iglastych zmieniają się naprzemian dwa różne postacią i budową pokolenia, z których pierwsze główne, okazałe i trwałe wydaje zarodniki zwyczajne, wielko- i drobnozarodniki, drugie nikłe, niepozorne, powstałe w tych zarodnikach, wydaje rodnie i plemn timer.

I w kwiatach wszystkich innych wyżej stojących jeszcze od roślin iglastych najważniejszymi częściami są zalążki i pyłek pręcików, podobne do zalążków i pyłku iglastych; wszystkie inne części kwiatu są tylko ubocznymi dodatkowymi organami; rozmnażanie za pomocą kwiatów odbywa się u wszystkich roślin w sposób podobny jak u iglastych, ich kwiaty można uważać tylko za bardziej jeszcze zmienione organy rozrodcze niższych roślin, zwłaszcza drugie pokolenie, ich rodnie i plemn timer u wyższych roślin kwiatowych coraz bardziej zanikają.

Tym sposobem pomiędzy roślinami bezkwiatowemi i kwiatowemi niema wcale tak wielkiej różnicy, jak to dawniej sądzono; w głównych częściach kwiatów i ich czynnościach niema wcale takich narządów i zjawisk, którychbyśmy nie widzieli i u roślin bezkwiatowych w stanie zaczątkowym, lub przeciwnie, w stanie bardziej rozwiniętym. Począwszy od naj-

niższych i przechodząc stopniowo do najbardziej rozwiniętych z typowemi kwiatami roślin, widzimy tylko powolny rozwój sposobów rozmnażania się. Jeżeli dziś jeszcze dzielimy wszystkie rośliny na kwiatowe i bezkwiatowe, czynimy to tylko dlatego, że taki podział, jak każdy inny podział, ułatwia nam rozejrzienie się w ogromnem mnóstwie rozmaitych roślin, ułatwia ich porównywanie i zapamiętanie, lecz istotnie te dwie grupy roślin nie są wcale tak zupełnie odmienne i nie mające z sobą związku, jak to się pozornie wydaje.

Widzieliśmy, że kwiaty roślin iglastych składają się bądź z samych pręcików, bądź z zalążków, siedzących wprost na krótkich gałązeczках. W innych kwiatowych roślinach zalążki są ukryte wewnątrz słupka; u roślin zaś iglastych słupków wcale niema. Potem zobaczymy, że słupki w kwiatach powstały z listków, zwijających się i zrastających brzegami dokoła zalążków, które się na nich wytworzyły; słupek składa się z tych samych części, z jakich składa się liść; widzimy, gdy go przecinamy w poprzek, że jest to listek zrosły brzegami; często w kwiatach słupki nie wykształcają się całkowicie i wówczas wyglądają tylko jak zwinięte liście. Gdybyśmy sobie wyobrazili, że listki siedzące pod zalążkami w szyszce drzew iglastych, zawijają się dokoła zalążków i zrastają się brzegami, to i w kwiatach roślin iglastych otrzymalibyśmy słupki, zawierające w sobie zalążki.

Taki listek, noszący na sobie zalążki, nazywa się owocolistkiem; u wszystkich roślin kwiatowych owocolistek zrasta się brzegami i tworzy słupek, w iglastych tylko i u niektórych innych roślin u nas

nie rosnących, owocolistki nie zrastają się i wskutek tego nie tworzą słupków, nagie zalążki wprost siedzą na takim owocolistku nie okryte nim. Gdy z zalążków, skrytych w słupkach, tworzą się nasiona, słupki, jak wiemy, jednocześnie zamieniają się w owoce, otaczające dalej dokoła te nasiona, tak jak przedtem otaczał je słupek.

Szyszka więc nie jest właściwie owocem i gdy się otworzy, przedstawia tylko krótką łodyżkę z płaszczykami, grubymi zdrzewniałymi gałązeczkami, nie mającymi nic wspólnego ze słupkiem ani owocem; na tych gałązeczkach siedzą nagie nasiona, tak jak przedtem w młodocianej szyszce siedziały nagie zalążki, nieokryte słupkiem. Takie rośliny nazywamy z tego powodu nagozalążkowymi albo nagonasiennymi. Należą do nich tylko rośliny iglaste i kilka innych rosnących w gorących krajach.

Wszystkie inne rośliny kwiatowe, których jest znaczna większość w porównaniu z nagonasiennymi, mają zalążki zawsze okryte słupkiem, a więc i nasiona okryte owocem i nazywają się okrytozalążkowymi, albo okrytonasiennymi. Z naszych roślin należą do nich wszystkie rośliny kwiatowe, z wyjątkiem iglastych. Taki kwiat właśnie ze słupkiem i innymi ubocznymi częściami, poznamy w dalszym ciągu.

Widzimy, że jeżeli wszystkie rośliny podzielimy na dwie wielkie grupy: roślin kwiatowych i bezkwiatowych, to dalej kwiatowe rośliny możemy podzielić również na dwie grupy: roślin nagonasiennych i okrytonasiennych. Wszystkie nagonasienne, jak widzieliśmy, ze względu na swe organy rozrodcze i spo-

sób rozmnażania się, są z jednej strony bardzo zbliżone do roślin bezkwiatowych, z drugiej zaś do kwiatowych.

Dawniej mówiliśmy już, że ze szczątków i śladów jakie pozostały z dawnych roślin, sądzić można o tem, jakie rośliny rosły niegdyś na ziemi i o ile były one podobne do dzisiejszych. Badając te pozostałości, widzimy, że pierwsze rośliny, jakie niegdyś przed dziesiątkami tysięcy lat rosły na ziemi, a zwłaszcza w jej wodach, były to rośliny zbliżone do sinie i najprostszych wodorostów; potem pojawiły się i większe wodorosty morskie. Później był czas, gdy oprócz wodorostów, z których wiele dawniejszych gatunków wymarło i uległo zmianie, powierzchnię ziemi pokrywały olbrzymie z wysokimi drzewiastymi pniami paprocie, a także i olbrzymie skrzypy i widłaki, ale roślin kwiatowych wcale jeszcze nie było. Pierwsze rośliny kwiatowe, jakie pojawiły się na ziemi, były to właśnie te rośliny, które są najbardziej zbliżone do bezkwiatowych, t. j. nagonasienne; w późniejszych dopiero czasach zanikają coraz bardziej paprotniki i nagonasienne, a występują natomiast coraz liczniej rośliny okrytonasienne.

Z owych olbrzymich drzewiastych paprotników, które były niegdyś panującymi na ziemi roślinami i tworzyły wielkie lasy pokrywające powierzchnię kuli ziemskiej, wytworzył się później węgiel kamienny, który znajdujemy obecnie leżący w ziemi całymi wielkimi warstwami czyli pokładami. Całe lasy owych wielkich paprotników znalazły się na dnie wód wraz z łodem morskim; powierzchnia ziemi nie pozostaje bowiem ciągle jednakową, lecz powoli się zmienia; skorupa ziemi coraz bardziej stygnie i wskutek tego zsycha się, kurczy i wygina, pod działaniem zaś gazów wydobywających się z rozpalonego jądra ziemi, lądy w jednych miejscach powoli się podnoszą, tak, że dzisiejsze dno morskie może się z czasem wynieść nad poziom morza i stać się lądem stałym, w innych miejscach znów powoli się zniżają i z czasem stać się mogą dnem morskiem. Owe wielkie paprotniki, które w ten sposób znalazły się na dnie

morza, poczęły się zwęglać, lecz zgnić całkowicie nie mogły, gdyż do gnicia potrzebne jest powietrze, które do tych roślin dostępu nie miało. Pod ogromnem ciśnieniem unoszącego się nad temi roślinami morza i pokładów, które się nad nimi tworzyły z różnych minerałów, przynoszonych rzekami do morza i opadających na jego dno, a także pod wpływem ciepła, jakie panuje w środku ziemi, a które w dawniejszych epokach było o wiele znaczniejsze, te masy paprotników zamieniały się powoli z biegiem tysiącleci w czarny, twardy, zbity węgiel kamienny. Im dłużej ten węgiel w ziemi leżał, tem stawał się czarniejszy i twardszy. Tak samo i z późniejszych drzew, podobnych do tych, jakie dziś na ziemi rosną, tworzył się węgiel, lecz jako króciej w ziemi leżący, wytworzył do dziś tylko t. zw. węgiel brunatny.

I dziś powszechnie po bagniskach widzieć można, jak mech pokrywający ziemię w lesie, jako ciało przyciągające z otoczenia wilgoć, tworzy wody stojące, na których coraz bujniej porasta, a ponieważ łądzki mech wciąż od nasady gnią i opadają na dno tych wód, przeto na dnie tworzą się grube warstwy takiego zgnitego mchu, który dla braku powietrza dalej gnić nie może i zbija się w masy, tworzące t. zw. torfowisko, z którego wydobyte potem i wysuszone kawały również używane są na opał, jak węgiel kamienny, i nazywają się torfem. Pokłady węgla kamiennego utworzone pod dnem morskiem w wielu miejscach wraz z tym dnem zaczęły się znowu podnosić, tak, że dziś znajdujemy te pokłady pod ziemią w wielu krajach na lądzie suchym.

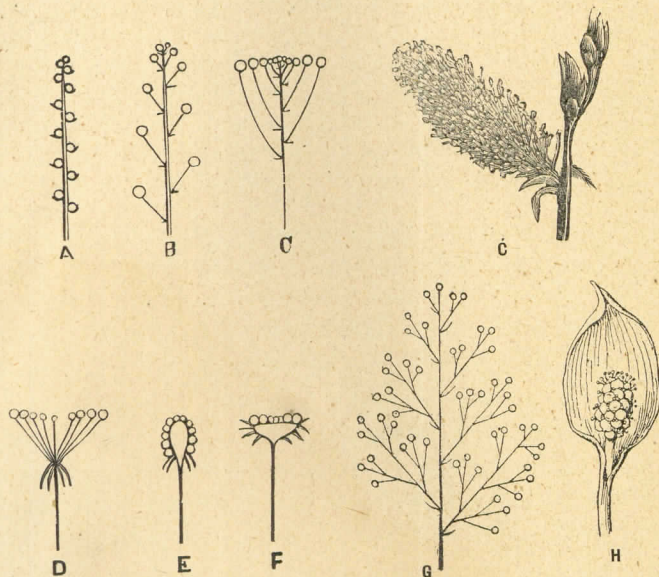
Badając cienkie kawałki węgla pod mikroskopem, a także kawałki z całych pni, gałęzi, korzeni i innych organów skamieniałych, znajdujących nieraz pod podkładami węgla kamiennego lub nad nimi, poznać można te olbrzymie rośliny, z jakich węgiel się utworzył; widzimy z tego, że wiele gatunków roślin dziś wcale już na ziemi nie rośnie,—zaniły one zupełnie. Jak wiecie, że paprotniki, które dziś jeszcze rosną, są to małe zielne roślinki, a nawet paprocie o pniach drzewiastych, rosnące w gorących krajach, nie do-

chodzące do tych wymiarów, jakimi się odznaczały dawne, z których powstał węgiel kamienny. Dzisiejsze paprotniki są to rośliny drobne, przedstawiające nieliczne już tylko gatunki; niektóre ich narządy, jak np. liście skrzypów, zaniły, nawet typowy ich sposób rozmnażania przy pomocy rodni i plemni u wielu gatunków nie został dostrzeżony; na dejdzie prawdopodobnie czas, gdy roślin tych wcale już na ziemi nie będzie, są to bowiem, jak widzimy, rośliny znikające. Tak samo i później od nich powstałe rośliny nago-nasienne należą już obecnie do roślin zanikających, choć jeszcze nie w takim stopniu jak paprotniki. Na miejsce tych roślin zapanowały na powierzchni ziemi inne rośliny, okrytonasienne, odznaczające się organami bardziej złożonemi; w tych roślinach rozwinęły się zwłaszcza organy przyswajające, to jest liście, a także kwiat ze zrosłym owocolistkiem, t. j. słupkiem, okrywającym zalążki, z typowymi pręcikami i innemi częściami, które są również liśćmi odpowiednio zmienionemi.

Kwiaty wyrastają bądź na wierzchołku głównej osi lub gałązki i wówczas wstrzymują dalszy wzrost tych organów, bądź też z boku łądzek i gałązek, tak, że wierzchołki tych organów dalej pozostają. Kwiaty stoją bądź pojedynczo, bądź, zwłaszcza drobniejsze, tworzą skupienia na wspólnej szypułce, na której u różnych gatunków roślin bywają w rozmaity sposób ułożone, co nadaje takim skupieniom rozmaitą charakterystyczną dla każdego gatunku postać. Postać tę nazywamy kwiatostanem. Ważniejsze kwiatostany są następujące:

1) Grono (rys. 186 B); kwiaty siedzą na oddzielnych szypułkach dookoła wspólnej wydłużonej szypułki, która wciąż wierzchołkiem swym rośnie, wydając z boku pod wierzchołkiem nowe kwiaty coraz młodsze. 2) Grono złożone, które otrzymamy, jeżeli wyobrazimy sobie w poprzednim pojedynczym gronie na miejsce każdego

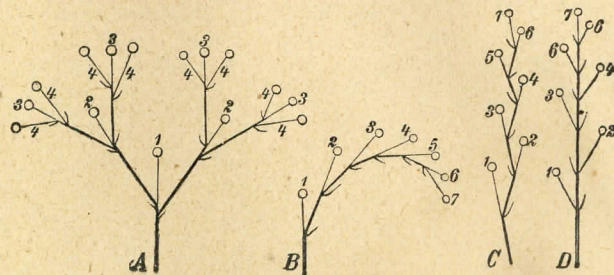
kwiatu całe takie same gronko; gdybyśmy i w tem złożonem gronie na miejsce każdego kwiatu umieścili znów całe gronko, otrzymalibyśmy grono jeszcze bardziej złożone, t. zw. bukiet (G). 3) Kotka czyli bazia (rys. 186 C) jest to kwiatostan złożony z miękkiej, wiotkiej, zwisłej szypułki, na której siedzą gęsto kwiaty prawie bez szypuleczek, często uwłosione, miękkie i zwykle bądź pręcikowe,



rys. 186.

bądź słupkowe; takie bazie, jakie pewnie nieraz widzieliście na wierzbie, brzozie, dębie i wielu innych naszych drzewach, po pewnym czasie w całości z drzewa opadają. 4) Kłos (rys. 186 A) jest to grono o sztywnej w górę wzniesionej szypulce, na której gęsto skupione kwiaty nie mają prawie szypuleczek. 5) Kłos złożony otrzymamy, umieściwszy w miejsce każdego kwiatu w kłosie pojedynczym cały kłos; jeszcze bardziej złożony kłos tworzy tak zw.

wiechę. 6) Kolba czyli buławka (rys. 186 H) jest kłosem, którego szypułka główna jest bardzo grubą i mięsistą. 7) Baldaszko gron (rys. 186 C) podobny do grona, w którym jednak dolne kwiaty siedzą na szypuleczkach znacznie dłuższych, a im wyżej siedzą kwiaty, tem krótsze mają szypuleczki, tak, że wszystkie kwiaty znajdują się prawie na jednej wysokości. 8) Baldaszek (rys. 186 D), główna szypułka jest nadzwyczaj krótka i niezakończona kwiatem, tak, że wszystkie boczne szypuleczki zdają się wychodzić z jednego punktu łodygi, szypuleczki te są wydłużone i rozchodzą się we wszystkie strony, jak pręty parasola. 9) Baldaszek złożony



rys. 187.

na miejsce każdego kwiatu baldaszka pojedynczego siedzi cały mały baldaszek. 10) Głó wka (rys. 186 E): dokoła zgrubiałego wierzchołka głównej osi, siedzi mnóstwo kwiatów na bardzo drobnych szypuleczkach. 11) Koszyk (rys. 186 F): wierzchołek łodyżki jak w główce zgrubiałej, lecz nie wypukły, ale płaski lub wklęsły, wskutek czego wszystkie kwiaty siedzą prawie na jednej płaszczyźnie.

Wszystkie wymienione kwiatostany mają układ w zasadzie mniej lub więcej podobny do układu grona, do którego dają się sprowadzić i dlatego nazywamy je kwiatostanami gronowemi. We wszystkich tych kwiatostanach wierzchołek głównej szypułki nie wydaje kwiatu, lecz pozostaje wierzchołkiem wzrostu rosnącym dalej i wydającym pod sobą z boku kwiaty; te kwiatostany przeto odznaczają

się też wzrostem nieograniczonym. W tych kwiatostanach kwiaty niżej stojące lub zewnętrzne są więc starsze i bardziej rozwinięte od wyższych, wewnętrznych, najmłodsze i najwyższe pozostają jeszcze w pąkach, gdy starsze się już rozwinęły; kwitnienie więc postępuje w tych kwiatostanach od dołu ku górze, czyli, jak np. w baldaszkogronie powiedziećby można, od zewnątrz ku wnętrzu; takie kwitnienie nazywamy dośrodkowem.

Jest jeszcze druga grupa kwiatostanów, odznaczających się odmiennymi własnościami. Z tych kwiatostanów najważniejszymi są następujące: 1) Widelki czyli wierzchnotka (rys. 187 A), główna oś wydaje na wierzchołku kwiat i tem kończy swój wzrost, lecz pod kwiatem z boku wyrastają dwie gałązki, które rosną dopóki znów na wierzchołku nie wydadzą kwiatu i nie zakończą tem swego wzrostu, wówczas wydają one znów dwie boczne gałązki, rosnące dopóki nie wydadzą na wierzchołku kwiatu i t. d. 2) Skrętka (rys. 187 B); jak w wierzchnotce oś główna wydaje na wierzchołku kwiat i kończy wzrost, pod kwiatem jednak w miejsce dwóch wyrasta tylko jedna boczna szypułka, wydająca kwiat; druga nie rozwija się wcale; tak samo dalej z bocznej szypułki wyrasta znowu tylko jedna boczna szypułka z tej samej strony co poprzednia i wydaje kwiat i t. d., wskutek czego cały kwiatostan skręca się coraz bardziej, jak to widzimy np. w niezapominajce. 3) Wachlarzyk (rys. 187 C D): zarówno główna jak boczne szypułki wydają tylko po jednej szypulce zakończonej kwiatem, zupełnie jak w skrętce, lecz w skrętce wszystkie szypułki wyrastają z jednej strony, w wachlarzyku zaś naprzemian z dwóch stron, np. jedna szypułka z prawej strony, następna z lewej, trzecia znów z prawej, czwarta z lewej i t. d.

Widzimy, że wszystkie ostatnio wymienione kwiatostany są tylko odmianami wierzchnotki i dla tego zowiemy je kwiatostanami widelkowatymi czyli wierzchnotkowymi; dalej, że wierzchołek wzrostu każdej szypułki rozwija się w kwiat, a więc szypułka wskutek tego, nie mając wierzchołka wzrostu, dalej rosnąć nie może i kończy swój

wzrost, że więc wszystkie te kwiatostany mają wzrost ograniczony; wreszcie widzimy, że najstarsze kwiaty powstały w środku kwiatostanu, tak, że rozkwitanie postępuje od środka na zewnątrz, czyli, że wszystkie te kwiatostany wierzchnotkowe odznaczają się kwitnieniem odśrodkowem.

XXVI. Kwiat, jego części i budowa.

Wiemy już, iż kwiat jest to złożony organ rozrodczy, z którego wytwarza się owoc, a w nim nasienie. Stanowi on po większej części najpiękniej-

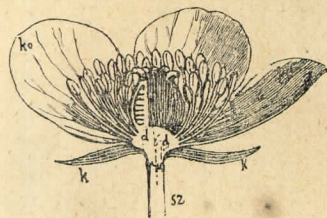


rys. 188.

szy narząd roślin okrytonasiennych. Żaden organ nie przedstawia większej rozmaitości pod względem zewnętrznej postaci i złożenia, a zwłaszcza pod wzglę-

dem barw swych i woni. Nawet co do wielkości; znajdujemy u roślin kwiaty, poczynsz od tak drobnych, że zaledwie okiem dobrze rozpoznać można wszystkie ich części, aż do tak ogromnych, jak np. kwiat t. zw. bukietnicy Arnolda (*Rafflesia Arnoldi*), (rys. 188), która rośnie na wyspach Jawie i Sumatrze, wyrastając z pnia drzew, nie posiada wcale liści i jest podobna z tego powodu raczej do olbrzymiego grzyba; kwiat tej rośliny barwy ceglastej, potem czerniejący i wydający zapach zgniłego mięsa, ma mianowicie około 5 łokci w obwodzie i waży 15 funtów.

Każdy kwiat rozwija się z pączka, tak samo jak wszystkie inne narządy nadziemne, co u różnych roślin odbywa się w rozmaitej porze roku. Jest to organ złożony na oko z różnych narządów. Typowy



rys 189.

kwiat, jak wiemy, siedzi zwykle na cienkiej łodyżce, czyli t. zw. szypułce (rys. 189 sz), pod którą często wyrasta liść odmiennej postaci, a nie raz i barwy, aniżeli inne liście tej rośliny, czyli t. zw. przykwiatek.

Wierzcholek szypułki, czyli t. zw. dno kwiatowe albo osadnik, (rys. 189 d), który może być zgrubiały lub nie, płaski, wypukły lub wklęsły, stanowi miejsce, z którego wyrastają wszystkie główne części właściwego kwiatu, t. j. kielich (*k*), korona (*ko*), pręciki (*pr*) i słupki (*s*), złożone z rozmaitej postaci różnie zmienionych listków ułożonych w od-

dzielne okółki. Niekiedy otaczają u dołu kwiaty osobne liście, stanowiące t. zw. okrywę kwiatową.

Poznajmy bliżej główne części kwiatu.

Kielich stanowi zawsze zewnętrzną część kwiatu i składa się z 2, 3, 4, najczęściej 5-ciu a nieraz większej ilości listków, bądź oddzielnie wyrastających z dna kwiatowego, bądź też zrosłych z sobą, zwanych działkami. Działki są barwy zielonej, zawierają bowiem ciążka zieleni i tem się głównie różnią od innych części kwiatu; wyjątkowo tylko, jak np. w kwiatkach ułanki (*Fuchsia*) bywa kielich inaczej zabarwiony. Pod względem zewnętrznego kształtu, unerwienia, wewnętrznego ustroju naskórka ze szparkami i miąższu, zawierającego zielen, są działki zwykłe, choć zwykle drobnymi, siedzącymi liśćmi; w niektórych roślinach zmieniają się one jednak tak, iż stają się niepodobne do liści; w dmuchawcu np., bławatku i innych, t. zw. roślinach złożonych, kielich składa się tylko z włosków (rys. 192 c), pojedynczych lub pierzasto rozgałęzionych; te włoski pozostają po wytworzeniu się z kwiatu owocu i ułatwiają rozsiewanie się owoców przy pomocy wiatru.

Główne znaczenie kielicha polega na ochranianiu wewnętrznych delikatniejszych części kwiatu od uszkodzeń, a także na ochranianiu nasady korony, pod którą mieszczą się gruczołki, wydzielające sok słodki, przed owadami, któreby przekłuwały koronę, w nasadzie z zewnątrz, aby sobie ułatwić dostęp do tego soku, podczas, gdy roślinie zależy na tem, aby owady zbierały sok ten, wchodząc przez górny otwór korony. Wspominaliśmy już o tem, że kielichy niektórych roślin opadają bardzo wczesnie, gdy korona

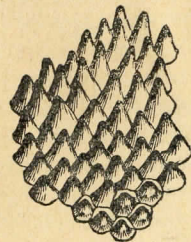
dopiero z pąka się rozwija; taki kielich nazywamy nikłym; kielich, trwający tak długo, jak korona i pręciki, i razem z niemi wędnący, nazywamy opadającym, a kielich, pozostający długo jeszcze po opadnięciu korony i pręcików, który widzieć możemy jeszcze pod owocem, nazywa się trwałym. Jeżeli kielich utworzony jest z działek zrosłych z sobą, może on być bądź foremny, t. j. złożony z działek jednakowej wielkości, bądź nieforemny, lecz działki ułożone są zawsze symetrycznie; foremne zrosłodziałkowe kielichy noszą różne nazwy, zależnie od kształtu swego, tak np. mogą być kielichy rurkowate, kubkowate, dzwonkowate, nadęte, kuliste i t. p. W kielichach wielodziałkowych zważamy na liczbę działek.

Korona stanowi drugą z rzędu część, leżącą po za kielichem ku wnętrzu typowego kwiatu i składa się również z 2 lub większej ilości listków, wyrastających z dna kwiatowego i zwanych płatkami; najczęściej znajdujemy płatków 4 lub 5, wogóle bywa tyle płatków w koronie ile działek w kielichu, lub więcej; w dziko rosnących roślinach bardzo rzadko można znaleźć więcej płatków aniżeli 10, jeżeli zaś płatków jest znaczna ilość, jak to widzimy np. w różach ogrodowych, wówczas kwiat taki nazywamy pełnym.

Kształt płatków przypomina u różnych roślin rozmaite kształty, jakie poznaliśmy u liści; (tak bywają np. płatki wąskie, jajowate, owalne, sercowate i t. p.). Górną, szerszą część płatka nazywamy blaszką, a dolną wyrastającą z dna kwiatowego, jeżeli, jak to często bywa jest węższą i przypomina ogonek liścia, nazywamy paznogciem; budowa

płatka jest takąż jak budowa liści, każdy płatek jest bowiem również z obu stron pokryty naskórkiem, w którym widzimy jeszcze i szparki oddechowe; komórki miękisza, zawartego pomiędzy górnym i dolnym naskórkiem, nie zawierają już jednak ciała zieleni, a więc płatki nie przyswajają już jak inne liście dwutlenku węgla, oddychanie jednak odbywa się w nich tak jak w innych częściach rośliny, a nawet odbywa się bardzo energicznie.

Komórki naskórka w płatkach kwiatów niektórych roślin wydłużają się nieco na zewnątrz (rys. 190), tworząc drobne wypuklinki na powierzchni całego płatka, wskutek czego płatki niektórych kwiatów są bardzo delikatne w dotknięciu, sprawiając wrażenie aksamitu; w płatkach, jak w liściach, rozchodzą się też nerwy, złożone z wiązek naczyniowych i sitkowych. Z postaci więc i z budowy, zarówno jak i ze sposobu powstawania płatków widzimy, że są to również liście, lecz nie zawierające ciała zieleni, a wskutek tego nie zielone, nie przyswajające węgla, co je właśnie wyróżnia od działek kielicha i innych liści; wyjątkowo tylko, w niewielkiej ilości roślin znajdujemy korony kwiatów, złożone z płatków zielonych. Jak wiadomo, płatki korony bywają u różnych roślin rozmaicie zabarwione, znamy korony białe, żółte, różowe, czerwone, niebieskie, fioletowe, a te wszystkie barwy występują jeszcze w rozmaitych odcieniach, co tę najokazalszą z postaci i wielkości część kwiatu czyni zarazem najprzyjemniejszą dla oka.



rys. 190.

Ciekawa rzecz, skąd pochodzi ta różnaitość barw w kwiatach. Zdawaćby się mogło, że w komórkach płatków różnych roślin musi się znajdować sok odpowiednio zabarwiony w każdym gatunku roślin innym barwnikiem. Jednakże chemicy znaleźli w kwiatach wszystkich roślin tylko trzy barwniki: żółty, różowy i niebieski. W komórkach żółtych płatków znajdują się ciała żółto zabarwione, tak jak w komórkach liści ciała zabarwione zielono. Wszystkie odcienia żółtej barwy kwiatów pochodzą tylko stąd, że w płatkach jasno żółtych tych ciałek zabarwionych na żółto jest mniej, im więcej zaś znajduje się tych ciałek w komórkach płatków, tem mocniejszą żółtą barwę przyjmuje korona.

W płatkach różowych koron, sok komórkowy zabarwiony jest na różowo; ten różowy barwnik nie jest nigdy związany z osobnymi ciałkami, jak np. zieleń w liściach z ciałkami zieleni, lub żółty barwnik w kwiatach, lecz jest zawsze rozpuszczony w soku komórkowym; stosownie do tego, jaka ilość tego barwnika jest rozpuszczoną w soku komórkowym płatków, przyjmują te płatki różne odcienia barwy różowej. U wielu jednak roślin znajdujemy oprócz tego soku różowego w komórkach płatków jeszcze oddzielnie i owe ciała żółte; z tego połączenia dwóch barw, żółtej i różowej powstaje bądź barwa pomarańczowa, bądź, jeżeli różowy barwnik przeważa, różne odcienie barwy czerwonej od najjaśniejszej, aż do ciemnokrwistej lub amarantowej; nigdy jednak w komórkach płatków nie ma ani soku ciemnoczerwonego, ani zmieszania się żółtego barwnika z czerwonym, zawsze znajdujemy ciała żółte oddzielne w komórkach, wypełnionych obok tego sokiem różowym; te dwie barwy mieszają się tylko w naszym oku, które nie jest w stanie dojrzeć oddzielnie ciał tak drobnych.

Te dwa barwniki, żółty i różowy są najważniejsze i najczęściej występują w roślinach i nie tylko w kwiatach, bo np. pomarańczowa barwa korzeni marchwi pochodzi również od takich ciałek żółtych, nagromadzonych w ich komórkach; żółta lub niekiedy czerwona barwa liści w jesieni zdaje się pochodzić od tych samych dwóch barwników, które znajdujemy w płatkach koron. Niebieski barwnik

kwiatów jest również rozpuszczony w soku komórkowym, jak różowy, a zależnie od ilości tego barwnika, a także od tego, czy mamy tylko ten jeden barwnik, czy też jest on zmieszany z różowym, otrzymujemy rozmaite odcienia niebieskiej i fioletowej barwy kwiatów.

Chemicy umieją jednak sztucznie łatwo zamienić różowy barwnik kwiatów na niebieski i odwrotnie (dość nawet włożyć niebieskie płatki kwiatu do wody zakwaszonej, aby zczzerwieniały, dość puścić dym tytoniowy na czerwone płatki firletki koronarskiej, niektórych goździków, wieczornicy lub ubiorka, aby zniebieszczały; tak samo barwnik lakmusewowy czerwienieje pod wpływem kwasów, niebieszczeje pod wpływem amoniaku, sody, czy innych ciał alkalicznych). Można by więc powiedzieć, że cały przepych, cała różnaitość barw, jakimi kwiaty wzrok nasz napawają, pochodzi właściwie tylko od dwóch barwników: żółtego zawartego zawsze w osobnych ciałkach, oraz innego ciała, rozpuszczonego w soku komórkowym, w zasadzie bezbarwnego, czerwieniejącego pod działaniem kwasów, niebieszczącego pod wpływem amoniaku (zawartego i w dymie tytoniowym), sody i innych zasad, głównie pod wpływem fosforanu sodu, soli żelaza i t. p. zawsze zawartych w roślinach. To bezbarwne ciało nazywamy antocyjanem.

Ale, zapytacie może, skąd pochodzi barwa biała wielu kwiatów, lub owe czarne plamki, któremi płatki są nieraz upstrzone? Jest to znów tylko złudzenie naszego wzroku; jak bezbarwny kawał soli kuchennej po sproszkowaniu wydaje się biały, lub jak sproszkowane bezbarwne szkło sprawia wrażenie proszku białego, tak i płatki koron, ponieważ są złożone z drobnych komórek, w których się światło rozprasza, wydają się nam białemi; jeżeli są bezbarwnemi, soku białego w tych komórkach nie ma, są one tylko wypełnione sokiem bezbarwnym i powietrzem i wówczas wydają się nam białemi; z tej samej przyczyny widzimy na liściach niektórych roślin ogrodowych i pokojowych paski białe lub srebrzyste; czarna barwa niektórych płatków pochodzi od znacznego nagromadzenia barwnika fioletowego.

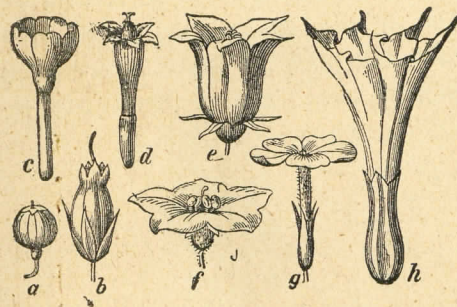
Płatki białe mogą również zawierać antocyjan bezbarwny; z tego powodu często kwiaty roślin wiosennych, rozkwita-

jące białło, np. kwiaty zawilca gajowego, jabłoni, stokrotki, nieraz już w ciągu kilku lub kilkunastu godzin różowieją pod wpływem kwasów rośliny, lub nawet kwasu węglowego powietrza. Nie sądźmy jednak, aby na tę różnaitość barw sadziły się rośliny dla naszej przyjemności; czynią to one bynajmniej nie dla nas, lecz dla owadów, które tym sposobem jak i wieloma innymi przynęcić mogą, a właściwie czynią to one tylko dla swej własnej korzyści, jak to niżej zobaczymy. Zanim to wyłożymy, musimy poznać jeszcze kształty koron i innych części kwiatu.

Płatki korony, zupełnie tak samo jak działki kielicha mogą być albo wolne, t. j. każdy płatek oddzielnie wyrasta z dna kwiatowego, nie zrastając się z innymi, tak, że każdy płatek można oderwać, nie uszkodziwszy sąsiednich; taką koronę nazywamy wolnopłatkową, albo też płatki korony zrastają się z sobą dokoła, tworząc koronę zrosłopłatkową. Dawniej nazywano korony zrosłopłatkowe „jednopłatkowymi”, sądono bowiem, że to jest jeden, tylko tak zwinięty i zrosły brzegami płatek, i dlatego uważano zrosłopłatkowe rośliny za prostsze od wolnopłatkowych, które nazywano, wielopłatkowymi. Przekonano się jednak, że korony zrosłopłatkowe powstały z wolnopłatkowych, w których płatki zrastają się z sobą, a więc rośliny zrosłopłatkowe przedstawiają wyższy stopień rozwoju, aniżeli wolnopłatkowe. Jak jedne tak i drugie bywają foremne, t. j. złożone z jednakowych i jednakowej wielkości płatków, symetrycznie ułożonych, lub też, odwrotnie, nieforemne, złożone z różnych płatków pod względem postaci i wielkości.

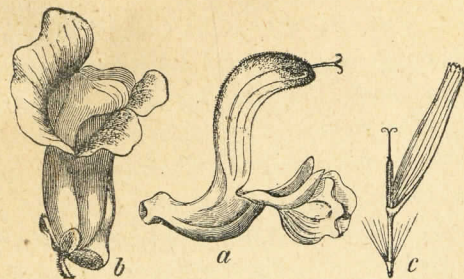
Zrosłopłatkowe foremne korony, zupełnie jak zrosłodziałkowe foremne kielichy, noszą nazwy stosownie do swej postaci; mogą więc być korony (rys. 191): kuliste (a), słoikowate (b), rurkowate (d), lej-

kowate (ch), dzwonkowate (e), kółkowate (f), tacowate (g) i t. p. Nieforemne zaś zrosłopłatkowe mają różne postacie, z których wyróżniamy zwykle 3 często spotykane formy: 1) Korona wargowa, w której wszystkie płatki zrosłe u dołu w rurkę, rozdzielają się u góry na dwie różne części, jakby na 2 wargi, przy czem górna warga złożona jest z 2, dolna z 3 zrosłych z sobą płatków (rys. 192 a), takie korony widzimy w



rys. 191.

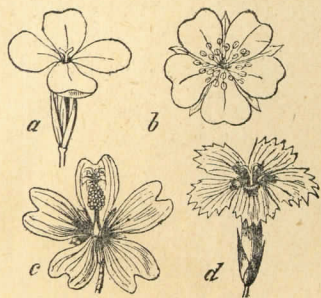
kwiatach jasnoty, szafwii i innych t. zw. wargowych roślin. 2) Korona maskowa, (rys. 192 b), podobna nieco do poprzedniej, lecz o- twór, czyli t. zw. ziew, prowadzący do wnętrza korony, jest zamknięty wypukliną dolnej wargi, czyli tak zw. podniebieniem; i takie korony nieraz wi-



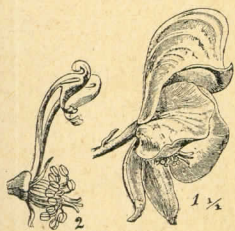
rys. 192.

dzimy np. w tak zwanej „lwiej paszeczki”, hodowanej po ogródkach, i nieraz bawiliśmy się wszyscy otwie-

raniem takich koron przez proste ściśnięcie ich palcami w szyjce, widzieliście je też pewnie w t. zw. lniczy, czyli lniance, rosnącej u nas po łąkach. 3) Korona języczkowa złożona z rurki wydłużonej z jednej strony w t. zw. języczek, zakończony u góry tyloma ząbkami z ilu płatków korona się zrosła (rys. 190 c); wyciągnijcie np. jeden zewnętrzny biały płatek stokrotki, lub też złocienia albo astru, a zobaczycie, że taki pozorny płatek jest u dołu zrosły w rur-



rys. 193.

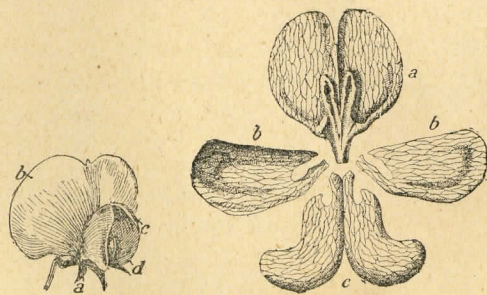


rys. 194.

kę, stanowi więc całą koronę, a tylko u góry jest wydłużony w języczek; takie korony znajdziemy w bardzo wielu t. zw. kwiatach złożonych, skupionych w główki, w których korony mają właśnie u dołu dokoła taki kielich włoskowaty, o jakim wyżej mówiliśmy.

Co do koron zaś wolnopłatkowych foremnych, to zwykle zwracamy w nich uwagę na ilość płatków; najczęściej spotykamy 3 postacie takich koron: 1) złożone tylko z 4-ch płatków ułożonych na krzyż (rys. 193 a), jak np. w laku, taszniku, gorczycy, rzeżusze i t. p., taką koronę nazywamy krzyżową;

2) złożone z 5-ciu symetrycznie ułożonych płatków, zwykle okrągławych, prawie bez paznogi, jak np. w róży dzikiej, wiśni i t. p.; nazywamy taką koronę różową (rys. 193 b) i 3) złożone również z 5-ciu jednakowych płatków, lecz z długimi paznogciami, jak np. w goździkach, taką koronę nazywamy goździkową (rys. 193 d). Wolnopłatkowe zaś nieforemne korony mogą być rozmaite, złożone z płatków różnej wielkości i rozmaicie względem siebie ułożonych; jedne płatki są często innego kształtu aniżeli



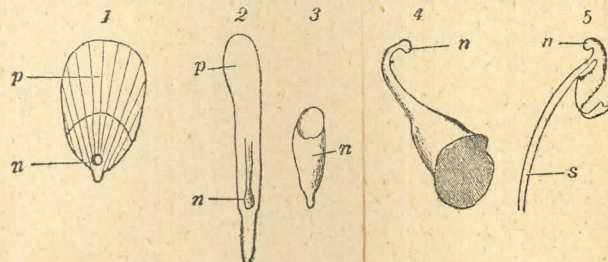
rys. 195.

rys. 196.

inne w tej samej koronie, jeden np. bywa wydłużony wstecz w postaci garbu, jak to widzimy w koronie fijołka, lub w długą ostrzej zakończoną ostrogę (rys. 194), jak np. w kwiatach owej niebieskiej ostróżki zbożowej, stanowiącej ozdobę naszych pól i łąk. Ważną jest jednak jedna postać tych koron wolnopłatkowych nieforemnych, którą często napotykamy, np. w kwiatach grochu, bobu, wyki, akacji i wielu innych roślin, a którą nazywamy koroną motylkową (rys. 195); jest ona złożona z 5-ciu płatków wolnych, z których jeden większy i szerszy (rys. 196 a),

wzniesiony w górę, nazywamy żagielkiem, dwa boczne (rys. 196 *b, b*) wiosłami lub skrzydełkami, a dwa dolne, zwykle końcami zgięte haczykowato ku górze i często z sobą zrosłe stanowią łódeczkę (rys. 196 *c c*).

Przy dnie kwiatowem, najczęściej w nasadzie płatków korony, lub w jej ostrogach, jeżeli takie są, czasami przy nasadzie pręcików znajdują się gruczołki,



rys. 197.

zwane miodnikami (rys. 197 *n*), z których sęczy się t. zw. miód czyli nektar, t. j. sok słodki, a właściwie woda ocukrzona. Tę część znajdujemy zwykle tylko w okazałych barwnych kwiatach, bo zarówno okazałość kwiatów, jak ich barwy i zapachy skierowane są tylko ku zwabieniu owadów do tych miodników.

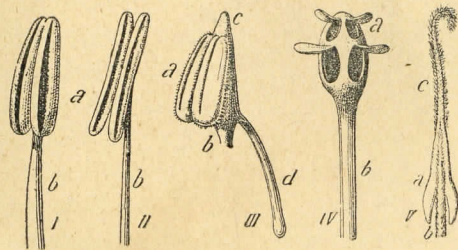
Takie gruczołki wydzielające sok słodki, zawierający w sobie cukier, znajdują się nie tylko w kwiatach; dawniej już mówiliśmy, że podobny sok ścieka z liści pszenica i przwabia mrówki, opiekujące się nasionami tej rośliny; na ogonkach liściowych trześni, czyli t. zw. wiśni ptasiej (*Prunus avium*) znajdują się dwa ciemno-czerwone wyrostki, które są również gruczołkami, wydzielającymi sok z cukrem; tak samo w pospolitej u nas wyce płotowej (*Vicia sepium*)

opatrzone są miodnikami dwa przylistki, siedzące pod każdym ogonkiem liścia złożonego, zwabiające do siebie owady; na dolnej powierzchni ogonków liściowych pewnego gatunku rdestu (*Polygonum cuspidatum*) znajduje się czerwono zabarwiony dołeczek, który jest także miodnikiem odwiedzanym przez owady.

Po mieszkaniach pielęgnują czasami pewien gatunek akacyi (*Albizzia lophantha*), składającej na noc swe pierzaste liście, których główny ogonek zaopatrzony jest także w miodnik, wydzielający tak obficie cukier, że oblepia on nieraz ogonek grubą zeszlą masą; roślinę tę, jeżeli rośnie na wolności, odwiedzają również owady, poszukujące tego cukru. Jaki jest pożytek dla rośliny z tych odwiedzin, skierowanych ku miodnikom, siedzącym na liściach lub innych organach, tego właściwie dotąd nie wiemy, prawdopodobnie nęcą one ku liściom owady dlatego, aby mnóstwo niepożądanych gości zatrzymać po drodze i nie dopuścić ich do kwiatów, do których tylko niektóre owady pożyteczne dostęp znajdują; niekiedy znów rośliny zwabiają do liści i łodyg mrówki, które je bronią od napadów innych owadów, zresztą, być może, iż w wielu razach z tych miodników pożytku żadnego roślina nie odnosi; pewnem jest tylko, że odwiedziny te są pożyteczne, jeżeli są składane przez właściwe owady dla odszukania miodu w kwiatach, jak to niżej zobaczymy. Mamy tu raczej przykład tego, że mogą powstawać organy np. miodniki, i czynności, z jakichkolwiek bądź powodów, nieraz nawet jako wynik jakiejś choroby, które nie przynoszą roślinie pożytku; taki wytwór może jednak stać się też zarazem korzystnym dla życia rośliny, jak to się stało z miodnikami kwiatów i ułatwić tym roślinom, w których powstał, życie lub rozmnażanie, wówczas staje się organem bardzo pożytecznym. Miodniki kwiatów są właśnie, jak zobaczymy później, organami pożytecznymi. Rurki koron są czasami wewnątrz opatrzone pierścieniem włosków, chroniących miodniki od ściekających kropel deszczu, lub odwiedzin nieproszonych gości; takie pierścienie włosków zobaczyć można wewnątrz korony jasnoty, dąbrówki, głowianek, gajowca i wielu innych wargowych roślin.

Kielich, korona i miodniki stanowią uboczne części kwiatu, których u wielu roślin nie znajdujemy w kwiecie wcale. Jeżeli kwiat nie posiada kielicha i korony, lub jeżeli te części są bardzo drobne i niepozorne, albo jeżeli w miejsce nich znajdujemy tylko łuseczki, jak to bywa w niektórych kwiatach, np. w tworzących bazie czyli kotki, w kłosach traw i t. p., to kwiat taki nazywamy wogóle bezpłatkowym. Obie części kwiatu, które poznaliśmy, kielich i korona, stanowią tylko okrycie wewnętrznych głównych części kwiatu, które zawsze istnieć muszą, jeżeli kwiat ma spełnić swe główne przeznaczenie t. j. wydać owoc i nasiona. Obie te zewnętrzne części kwiatu nazywamy razem okwiatem; jest on tylko w typowych kwiatach rozdzielony na dwie odrębne części: kielich i koronę; w wielu jednak kwiatach, np. w kwiatach lilij, tulipanów, hiacyntów, konwalij, storczyków i innych roślin jednoliściennych mamy okwiat pojedynczy, nie wyróżniony w kielich i koronę, choć często złożony z dwóch okółków, niższego i wyższego, ale jednakowych zwykle pod względem postaci i barwy płatków. Przypatrzmy się, że w liljach, tulipinach, hiacyntach i t. p. roślinach, okwiat pojedynczego, niepełnego kwiatu, składa się z sześciu płatków, z których jeżeli nawet wszystkie są z sobą zrósłe, jednakże trzy umieszczone są niżej, pozostałe trzy, z niemi międzyległe, umieszczone są nieco wyżej, tak, że cały okwiat ułożony jest jakby w 2 oddzielne okółki po 3 płatki w każdym. Najważniejszymi częściami kwiatu są jednak pręciki i słupki; te części obecnie opisujemy.

Pręciki (rys. 198) są to nitkowate narządy, stanowiące trzecią z kolei część typowego kwiatu. W różnych gatunkach roślin znajdujemy w kwiecie stale bądź 1, bądź 2, 3, 4, 5 i t. d. pręcików, najczęściej tyle, ile płatków w koronie lub 2 razy więcej; jeżeli pręcików jest więcej niż 10, nie liczymy ich już, lecz powiadamy, że kwiat ma pręciki liczne. Są one ułożone w okółek lub kilka okółków, i wówczas pręciki jednego okółka są międzyległe z pręcikami drugiego, a w zewnętrznym okółku międzyległe z płatkami korony, chyba że jakieś okółki pręcików zanikły, co nieraz bywa, wskutek czego pręciki mogą być nadległe płatkom korony. Pręciki jednak mogą być też na dnie kwiatowem osadzone w linii śrubowatej, czyli skrętolegle i wówczas są najczęściej liczne, podczas gdy siedzące w okółkach mają zwykle liczbę stałą.



rys. 198.

Pręciki w jednym kwiecie bywają równej długości, albo niekiedy różnej i wówczas najczęściej znajdujemy, że z 4-ch pręcików znajdujących się w kwiecie, dwa są dłuższe, jak to zobaczyć można we wszystkich prawie kwiatach z koroną wargową; takie pręciki nazywają się, dwusilne. Lub też z 6-ciu pręcików kwiatu 4 są dłuższe a pozostałe 2 krótsze, czyli pręciki są czterosilne, jak to zobaczyć można w bardzo wielu kwiatach z koroną krzyżową.

Wszystkie pręciki jednego kwiatu stanowią razem t. zw. pręcikowie. Każdy oddzielny pręcik (rys. 198), składa się zwykle z cienkiej nitki (*b*), na wierzchołku której osadzone są dwa woreczki napełnione pyłkiem, czyli t. zw. pylniki (*a*). Część nitki, łącząca oba pylniki stanowi łącznik. Pylniki osadzone są bądź wzdłuż wierzchołka nitki i wówczas są osadzone trwale (rys. 198 I), bądź też, jak to zobaczyć można w pręcikach traw, pylniki siedzą w poprzek prostopadle do nitki (rys. 198 II), wskutek czego łatwo są poruszane ciągle wiatrem. Nitki pręcików często rozgałęziają się, a każda gałązeczka nosi na wierzchołku



rys. 199.



rys. 200.

pylnik, ale tylko jeden, wskutek czego wydaje się, że w kwiecie jest pręcików wiele, podczas gdy ich być może liczba nie wielka.

Pręciki, jak i inne części kwiatu mogą być bądź wolne, bądź zrosłe z sobą; w ostatnim razie zrastają się, albo tylko nitkami, tak

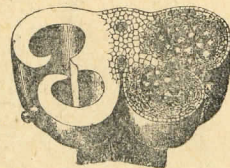
że pylniki pozostają wolne, lub naodwrot, tylko pylnikami. Nitki zrastać się mogą wszystkie dokoła, tworząc rurkę, czyli jedną wiązkę pręcików, bądź też jedno nitki zrastają się z sobą, inne tego samego pręcikowia znów z sobą, tak, że tworzą się 2, 3 lub więcej wiązek (rys. 199). Jeżeli pręciki zrastają się pylnikami (rys. 200), jak to zobaczyć można w roślinach złożonych, wówczas pylniki tworzą rurkę, przez którą zwykle przechodzi szyjka słupka (rys. 192 c), a nitki pozostają wolne (porów. także rys. 2 i).

Często też, jak to np. bywa we wszystkich prawie, z niewielkim wyjątkiem, roślinach zrosłopłatkowych, nitki przrastają do koron, tak, że same tylko pylniki, albo pylniki na krótkich nitkach siedzą wprost na koronie; mogą się też nitki zrastać z szyjką słupka, tworząc t. zw. szyjkonitki.

Na wierzchołku pylników wyrastają czasami luseczki albo drobne listeczki, tak jak np. owe żółte drobne listki na pylnikach fijołków; nazywamy takie dodatki przyczepkami.

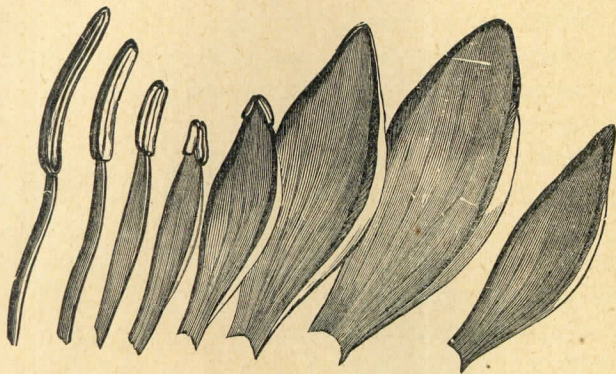
Niektóre też rośliny wydają oprócz zwykłych pręcików, jeszcze ułomne, nierozwinięte pręciki bez pylników, czyli t. zw. prątniczki; np. w kwiatach lnu znajdziemy 5 długich pręcików z pylnikami, a pomiędzy nimi naprzemian 5 krótkich bez pylników, które właśnie są prątniczkami.

Przypatrując się postaciom pręcików, sposobowi ich wyrostania, ich budowie wewnętrznej i ułożeniu na dnie kwiatowym, przychodzimy do przekonania, że i pręciki, choć są zupełnie innego kształtu, nie są jednakże niczem innym, jak tylko tak samo, jak działki kielicha i płatki korony, zmienionymi liśćmi. Gdy pręciki się należycie nie wykształcają, są one podobne do wązkich płatków korony; pręcik jest tylko wązkim liściem, na wierzchołku którego tworzą się ziarna pyłku; dokoła tego pyłku jest wierzchołek pręcika zwinięty i zrosły, tworząc pylnik, jak o tem przekonać się można, rozpatrując przez szkła powiększające przecięcie poprzeczne pylników (rys. 201).



rys. 201.

Jeżeli wiele pręcików w kwiecie pozostanie nie wykształconych, podobnych do płatków korony, to ilość płatków przez to się zwiększa i powstaje kwiat pełny; tą drogą właśnie sztuka ogrodnicza otrzymuje z kwiatów zwykłych pełne. W pełnych tulipanach, różach i t. p. kwiatach, w grzybieniu, rosnącym na stawach i t. d. znajdujemy, przechodząc od części zewnętrznych do wewnętrznych najrozmaitsze przejścia: od kie-

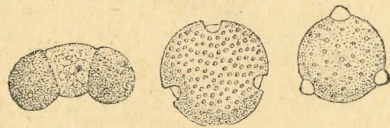


rys. 202.

licha do korony i od korony do pręcików (rys. 202); zewnętrzne części są węższe i zielone, stanowią kielich, dalej ku wnętrzu listki stają się szersze i coraz mniej zielone, dalej jeszcze znów się zwężają, stają się coraz bardziej podobne do pręcików; niektóre są na wierzchołku skręcone, wytworzyły z jednej strony pylniki, z drugiej nie, wreszcie dalsze są już typowymi pręcikami.

Ponieważ, jak wiemy, słupki są również zmienionymi liśćmi, przeto łatwo się zgodzić, że cała nadziem-

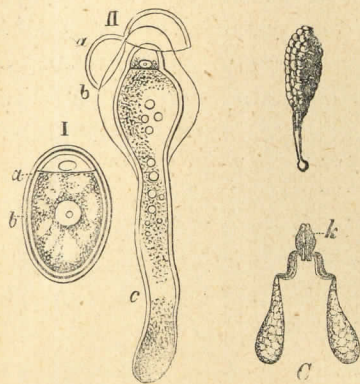
na część rośliny składa się prócz łodygi li tylko z rozmaicie wykształconych liści, które mają zdolność łatwego przekształcania się, stają się np. ku wierzchołkowi łodygi coraz węższe, przyjmują jak widzieliśmy poprzednio, rozmaite inne kształty, zmieniają się w wąsy, przykwiatki, działki kielicha, płatki korony, pręciki i słupki. Pamiętamy, że tę własność nazywamy metamorfozą, czyli zmiennością liści; ponieważ jednak i liście są to, jak widzieliśmy, tylko zmienione odpowiednio organy osiowe, jakimi są łodygi i gałęzie, przeto wszystkie, jakkolwiek na pozór rozmaite organy nadziemne, mają jednakowy charakter, są to tylko zmienione formy jednego zasadniczego organu osiowego, w przeciwstawieniu do korzeni, od których się one różnią wszystkimi swoimi własnościami, zachowaniem się na działanie podniet, budową wewnętrzną i rozwojem. Cała roślina składa się tylko z 2 odmiennych zupełnie części: korzenia i organów łodygowych.



rys. 203.

Ale wróćmy do pręcików. Gdy pręcik dojrzeje, wówczas pylniki jego pękają, co odbywa się rozmaicie u różnych roślin, jak to np. wskazuje rys. 198. Ze szpary pękniętego pylnika wysypuje się pyłek, który u różnych roślin bywa różnej barwy i postaci (rys. 203). Każde ziarno pyłku stanowi komórkę, otoczoną zwykle dwiema błonami; powierzchnia zaś pyłku bywa albo gładka, albo opatrzona włoskami, brodawczkami i t. d. Prócz tego w zewnętrz-

nej błoncy znajdujemy zwykle otworki (których bywa najwyżej do 8-ju), przykryte jednak pokryweczkami (rys. 201). Woda szkodliwie oddziałuje na pyłek, który w niej tylko pęka, a zawartość wylewa się i niszczy; lecz gdy pyłek dostanie się na wierzchołek szyjki słupka takiego samego gatunku rośliny, wówczas wewnętrzna błonka pyłku wraz z zawartością, w której pływają dwa jądra, czyli nierucho-



rys. 204.

rys. 205.

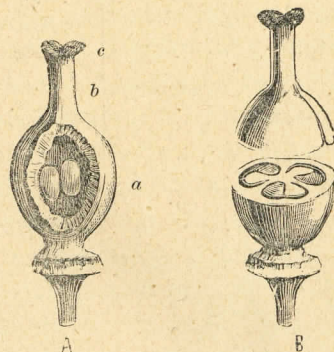
me plemniki, wydłuża się, przeciska się przez otwór w zewnętrznej błoncy, odpychając przykrywkę i wyrasta w długą niteczkę, czyli tak zwaną łagiewkę (rys. 204 c). W storczykach i trojeści, ziarna pyłku w każdym pylniku zlepione są lepkiem płynem w jedną masę opatrzoną u dołu nóż-

ką, którą do pylnika zlekka są przyczepione; nazywamy je pyłkomasami (rys. 205); gdy pylniki pękają, pyłkomasy same z nich nie wypadają, dostają się one na słupki dopiero przy pomocy owadów.

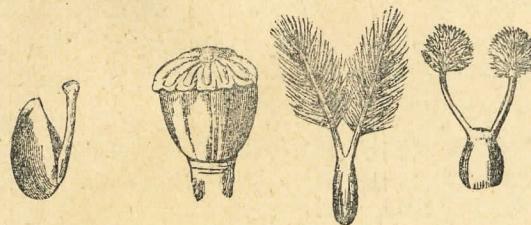
Słupki stanowią środkową część kwiatu, w którym, stosownie do gatunku rośliny, znajdujemy bądź 1, bądź 2, 3 lub więcej słupków, choć najczęściej bywa ich mniej aniżeli pręcików. Wszystkie słupki w kwiecie nazywamy razem słupkowiec; ułożenie ich jest zwykle takie, jak i pręcików. Pojedynczy

słupek ma zwykle postać buteleczki (rys. 204), u dołu jest rozszerzony, ku górze zwężony. Najważniejszą jest dolna część, bo w niej się właśnie znajdują owe drobne ziarna czyli zalążki (rys. 204), z których potem powstają nasiona.

Tę część słupka nazywamy też zawiązkiem albo zalążnią (rys. 206 a), dla przypomnienia, że w niej się zawiązują nasiona z zalążków. Górna zwężona część słupka nazywa się szyjką (b), a jej wierzchołek, zwykle nieco grubszy lub inaczej zmieniony, stanowi trzecią część słupka, zwaną znamieniem (c). Szyjka w niektórych roślinach wyrasta z boku zalążni (rys. 207), czasami jak np. w słupku maku, który się



rys. 206.



rys. 207.

rys. 208.

rys. 209.

rys. 210.

składa tylko z zalążni i znamienia (rys. 208), niema jej wcale. Znamie może mieć rozmaitą postać: bywa bądź gładkie, bądź opatrzone brodaweczkami, włoskami i t. d., bądź wydłużone w pierzaste włoski

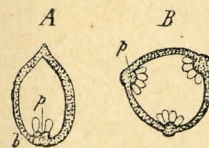
(rys. 209 i 210), co wszystko ułatwia zatrzymywanie się na niem pyłku, lecz przytem wydziela jeszcze również w tym samym celu, płyn lepki. Słupki w kwiecie, jak i inne jego części, mogą być bądź wolne, bądź zrosłe z sobą. Zrastają się albo zalążnikami i wówczas po ilości szyjek poznajemy, z ilu słupków słupkowie się składa, bądź też zrastają się i zalążnikami i szyjkami, tak, że tylko znamiona pozostają wolne; bądź wreszcie zrastają się na całej długości; atoli zawsze z ilości podłużnych brózek, powstających na zewnątrz słupkowie w miejscach zrośnięcia, a lepiej jeszcze przekroivszy słupek w poprzek, poznać można, ile słupków z sobą się zrosło.

Mówiliśmy już o tem, że słupek jest zmienionym liściem, jest to t. zw. owocolistek, noszący na sobie zalążki (wielkozarodnie), dokoła których zwiija się i zrasta przeciwległemi brzegami (rys. 211). Widać to i z jego budowy i ze sposobu wytwarzania się i z układu słupków na osi, czyli na dnie kwiatowym, i z tego, że u niższych roślin organy noszące na sobie wielkozarodnie, są listkami. W kwiatach pełnych słupki często nie wykształcają się w zupełności i wówczas przedstawiają tylko listek zwinięty; nawet wówczas, gdy słupek przekształci się w owoc, jest on jeszcze podobny do liścia, jak to np. dobrze widać w strąkach. Jeżeli kilka owocolistków zrasta się z sobą w słupkowie, bywa często tak, że każdy oddzielnie swemi brzegami się nie zrasta, lecz tylko każdy listek z sąsiednim, wówczas widzimy również dobrze, że każdy słupek jest tylko listkiem (rys. 212). W tym razie, choć mamy kilka zrosłych z sobą słupków, ale wewnątrz jest jedna tylko przestrzeń

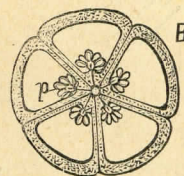
wolna, nie przegrodzona, w której siedzą zalążki; mamy więc tu kilka słupków, ale z jedną tylko komorą na zalążki, czyli jak to w takim razie mówimy, mamy słupek wielokrotny, lecz jednokomorowy. Przeciwnie znów, owocolistki mogą zrosnąć się z sobą na znaczniejszej długości (rys. 213), tak, że zrastające się brzegi tworzą wewnątrz słupkowie przegrody i wówczas mamy słupek wielokrotny i wielokomorowy. Gdy całe słupkowie składa się tylko z jednego



rys. 211.



rys. 212.

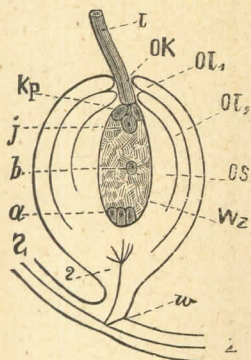


rys. 213.

owocolistka, zrosłego brzegami, mamy wówczas, rozumie się, słupek jednokrotny czyli pojedynczy i jednokomorowy, choć w nim jak i w wielokomorowych powstają niekiedy jeszcze dodatkowe, czyli t. zw. przegrody fałszywe.

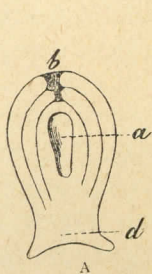
Jak wiemy, wewnątrz dolnej części słupka czyli w zalążni siedzą zalążki (rys 206 a). W każdej zalążni znajduje się u różnych roślin bądź jeden, bądź kilka zalążków. To miejsce na ścianie zalążni, z którego wyrastają zalążki, nazywa się łożyskiem (rys. 214 z). Zalążki siedzą bądź wzdłuż zrosłych z sobą brzegów owocolistka, czyli wzdłuż szwu, i wtedy powiadamy, że mają łożyska ściennie (rys. 213), bądź też siedzą pośrodku na dnie zalążni i mają

łożysko środkowe (rys. 212 A). Zalążki są przy-
czepione do łożyska cienką niteczką, czyli sznurecz-
kiem (rys. 214 w), przez który przechodzą wiązki na-
czyniowe (rys. 214 z), doprowa-
dzające soki odżywcze ze ścian
słupka do zalążka; miejsce, w któ-
rem sznureczek łączy się z za-
lążkiem, nazywa się nasadą za-
lążka.

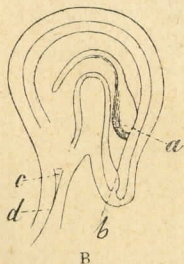


rys. 214.

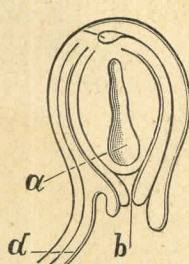
Zalążek składa się z jednej lub
dwu błonek, zwanych osłonka-
mi (rys. 214 Ol_1 Ol_2 i rys. 183 a),
otaczających ośrodek (rys.
214 Os i rys. 183 b), w którym
leży woreczek zalążkowy
(rys. 214 Wz i 183 c). W osłonkach znajduje się
otworek, czyli tak zwane okienko (Ok), prowa-
dzące do ośrodka. Okienko znajduje się zwykle na
końcu przeciwnym nasadzie zalążka. Jeżeli za-
lążek siedzi na sznureczku tak, że jego okienko



rys. 215.



rys. 216.



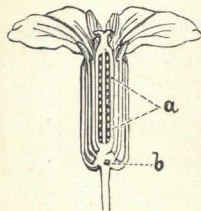
rys. 217.

znajduje się na linii prostej, przechodzącej przez
sznureczek, to zalążek nazywamy prostym (rys.
215); jeżeli zalążek zgina się przy nasadzie i zrasta

się wzdłuż ze sznureczkiem, mamy zalążek od-
wrócony (rys. 217); jeżeli zaś zalążek jest zgięty
wyżej, tak, że tworzy kształt podkowy, a jego okien-
ko przypada wskutek tego przy nasadzie, mamy za-
lążek zgięty (rys. 216).

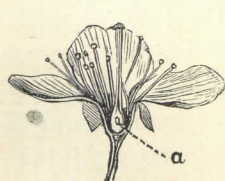
Woreczek zalążkowy wypełniony jest zarodnią,
w której znajduje się jądro; to jądro dzieli się na
dwa oddzielne jądra, z których jedno dzieli się da-
lej pod okienkiem, drugie w przeciwnym końcu
przy nasadzie i każde tworzy tym sposobem 4 jądra;
z tych ośmiu jąder trzy umieszczają się pod okien-
kiem, jedno z nich jest jajkiem (rys. 214 j), a dwa
komórkami pomocniczymi, które zwracają łagiew-
kę (rys. 214 l), jeżeli się do nich przez okienko (ok),
dostanie, ku jajku; inne trzy jądra układają się przy
nasadzie zalążka koło sznurka i tworzą trzy ko-
mórki, które nazywamy antypodami (α); wreszcie
dwa pozostałe jądra z owych 8-miu odpływają ku
środkowi woreczka, gdzie zlewają się z sobą w jedno
jądro woreczka zalążkowego (j). W woreczku
zalążkowym wyższych kwiatowych roślin powstaje
więc jajko bez rodni i to uproszczenie budowy za-
lążka wyróżnia te rośliny od roślin nagonasiennych
i od bezkwiatowych; przedrośle właściwe czyli biel-
mo również się tu nie tworzy przed zapłodnieniem
jajka. Jeżeli jajko nie zostanie zapłodnione łagiew-
ką pyłku, cały zalążek ginie; w przeciwnym razie,
jajko staje się siemieniem, wyrastającym w zarodek
przyszłej rośliny, woreczek zalążkowy wypełnia się
komórkami, czyli tworzy bielmo, mające odżywiać
zarodek, a cały zalążek z bielmem i zarodkiem staje
się nasieniem, o czym niżej jeszcze powiemy.

Wszystkie części kwiatu, które poznaliśmy, t. j. kielich, korona, pręcikowie i słupkowie siedzą, jak wiemy, na wierzchołku szypułki czyli na dnie kwiatowym, tak jak liście na łodydze, tylko międzywęzła są tu nadzwyczaj krótkie. Jeżeli dno kwiatowe jest wypukłe, wówczas działki kielicha stanowią z części kwiatu rozumie się okółek najniższy, najwyższej zaś stoją słupki; o takim kwiecie mówimy, że ma zalążnię górną (rys. 218). Jeżeli zaś dno jest wklęsłe, wówczas zalążnia słupka stoi niżej od innych części kwiatu i jest otoczona dokoła dnem; taki kwiat nazywamy okołozalążniowym (rys. 219); jeżeli zaś to wklęsłe dno zrasta się dokoła z zalążnią, wówczas taką zalążnię nazywamy dolną (rys. 220).

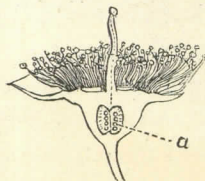


rys. 218.

Widzieliśmy, że kielich i korona, t. j. okwiat stanowi uboczną część kwiatu, której u wielu roślin



rys. 219.



rys. 220.

brak prawie zupełnie, lecz pręcikowie i słupkowie stanowią części istotne, bez których kwiat nie może spełnić

swego przeznaczenia, t. j. wydać owoców i nasion. W wielu kwiatkach znajdujemy razem pręciki obok słupków (kwiaty dwupłciowe), lecz nie zawsze tak jest, pręciki mogą być bowiem oddzielone od słupków, tak że w jednych kwiatkach mieszczą się same tylko pręciki, w innych kwiatkach tylko słupki (kwa-

ty jednopłciowe). Takie oddzielne pręcikowe i słupkowe kwiaty mogą się mieścić na jednej roślinie, jak np. w dębie, leszczynie, brzozie, buku, olszy i t. p. gdzie na jednych gałązkach skupione są kwiaty pręcikowe, na innych słupkowe, (kw. oddzielnopłciowe, jednodomowe); bądź też pręcikowe wyrastają na jednych osobnikach, słupkowe na innych osobnikach tego samego gatunku, jak np. w wierzbach, topolach, z których jedne drzewa wydają tylko pręcikowe, inne drzewa tego samego gatunku wierzby lub topoli — tylko kwiaty słupkowe (kw. rozdzielnopłciowe, dwudomowe, dwupienne). Zdarza się i tak, że na jednej roślinie znajdziemy w jednych miejscach kwiaty wyłącznie pręcikowe, w innych znów słupkowe, a oprócz tego na tej samej roślinie i kwiaty dwupłciowe, w których pręciki stoją obok słupków (kwiaty mieszanopłciowe).

XXVII. Opylanie, krzyżowanie. Rośliny wiatropylne i owadopylne. Opylanie roślin wodnych. Zapłodnienie.

Wiemy już, że jedynym przeznaczeniem kwiatu, tego najbardziej złożonego narządu rośliny, jest wytworzenie owoców i nasion. Do tego jedynie celu zastosowane są wszystkie jego części, cała jego budowa i ustrój wewnętrzny. Aby kwiat wydał owoc i nasiona, musi przedewszystkiem pyłek z pręcików dostać się na znamię słupka i wypuścić łagiewkę, mającą zapłodnić jajko zalążka, gdyż inaczej kwiat

cały przekwitnie bez skutku, nie wytworzy ani owocu, ani nasienia. To zapłodnienie słupka przy pomocy pyłku, nazywamy opyleniem. Inną drogą łagiewka do zalążka dostać się nie może, jak tylko przez znamię i szyjkę słupka, a więc przedewszystkiem pyłek paść musi na znamię. Gdyby jednak na znamię słupka jakiegoś kwiatu padł pyłek z pręcików innego gatunku rośliny, wówczas pyłek ginie i zalążka zapłodnić nie może; tylko wówczas zalążek wyda nasienie, jeżeli zapłodniony zostanie łagiewką, wyrosłą z pyłku takiego samego kwiatu, t. j. z pręcików tego samego gatunku rośliny.

U roślin zdarza się wprawdzie czasami, że i dwa różne gatunki tego samego rodzaju roślin wzajemnie zapładniać się mogą i wydają nasiona, z których wyrasta potem nowa roślina, mająca własności pośrednie pomiędzy własnościami obu roślin, jakie się złożyły na wydanie tej rośliny, a nawet, co już bywa bardzo rzadko, opylać się ze skutkiem mogą rośliny należące do dwóch różnych, choć bardzo zbliżonych rodzajów.

W ten sposób powstałe gatunki pośrednie, nazywamy mieszańcami; są one najczęściej nieplodne, o ile zaś wydają następne pokolenia, to w nich zaczynają zwykle przeważać cechy jednej z obu roślin, które je wytworzyły i w końcu gatunek mieszańca powraca do typu dawniejszego gatunku.

W zasadzie jednak zawsze prawie bywa tak, że pyłkiem innego gatunku roślin zalążek wcale się zapłodnić nie daje i ginie, jeżeli nie otrzyma łagiewki pyłku z pręcików tego samego gatunku rośliny. Jeżeli więc np. fijołek pachnący ma wydać owoc

i nasiona, to na znamię jego słupka paść musi pyłek, powstały z pręcików również fijołka pachnącego; pyłek innego gatunku fijołka, tak samo jak pyłek róży, jaskru lub innej rośliny nie zapłodni zalążków fijołka pachnącego.

Ponieważ u przeważnej części roślin znajdujemy w każdym kwiecie zarazem pręciki i słupki, jedno tuż obok drugich, przeto zdawałoby się, że najprościej opyli się słupek, jeżeli na jego znamię padnie pyłek z pręcików tuż obok niego stojących w tym samym kwiecie. Istotnie takie opylenie zdarza się, nazywamy je samozapyleniem, lecz jest bardzo rzadkie; zwykle rośliny unikają samozapylenia, które często pozostaje bez skutku, gdy bowiem słupek zostanie opylony pyłkiem tego samego kwiatu, wówczas zwykle nie wydaje owocu ani nasion wcale; dla kwiatów niektórych roślin samozapylenie jest nawet szkodliwe, kwiaty ich bowiem po samoopyleniu giną. Słupek fijołka pachnącego musi być koniecznie opylony pyłkiem tego samego gatunku rośliny, t. j. także fijołka pachnącego, ale innego osobnika; tak samo słupki każdego prawie innego gatunku rośliny, nie wydadzą owocu i nasion wcale, albo wydadzą je gorsze, jeżeli zostaną opylone pyłkiem sąsiednich pręcików tego samego kwiatu, i muszą zostać opylone pyłkiem, pochodzącym z innych kwiatów tej samej rośliny, albo z kwiatów innego osobnika tego samego gatunku. Takie opylanie nazywamy krzyżowaniem.

Rośliny uciekają się do różnych sposobów, powstałych drogą przystosowania, aby uniknąć tak łatwego samozapylenia. Rośliny, posiadające oddziel-

nie kwiaty wyłącznie pręcikowe, a oddzielnie kwiaty słupkowe, rozumie się, najłatwiej samozapylenia unikają. U wielu roślin, mających kwiaty wzniesione pionowo lub poziomo, pręciki są krótsze od słupków, tak, że pylniki nie dosięgają znamienia i nie mogą spowodować samozapylenia; u wielu kwiatów, zwieszonych otworem ku dołowi, bywa znów odwrotnie; pręciki są dłuższe od słupków, przez co również samozapylenie staje się niemożliwe. Wiele innych znów kwiatów wydaje pręciki, które dojrzewają i wysypują pyłek wówczas, gdy słupki jeszcze się nie rozwinęły i nie dojrzały, tak, że pyłek gdyby nawet na nie padł, nie może spowodować zapłodnienia, a gdy słupki się rozwinią i dojrzeją, wówczas pręciki tego kwiatu dawno już pyłku się pozbyły i więdną; takie kwiaty nazywamy przedprątnymi.

Bywa też u wielu kwiatów, które nazywamy przed-słupnymi, odwrotnie, t. j. naprzód dojrzewają słupki i mogą być opylone tylko pyłkiem innego kwiatu tego samego gatunku rośliny, gdyż pręciki ich własnego kwiatu jeszcze nie dojrzały i pyłku nie wydają.

Budowa kwiatu wielu roślin jest taka, że samozapylenie staje się niemożliwym; w tym celu zresztą posiadają różne rośliny najrozmaitsze urządzenia i sposoby. Rzecz jasna, że gdyby samozapylenie nie było utrudnione, rośliny daleko łatwiej i obficie opylałyby się mogły, wydawałyby jeszcze znacznie większą ilość nasion, z których większość musiałaby marnie zginąć; widzieliśmy zaś, że nawet pomimo tak utrudnionych warunków opylania, rośliny wydają tak znaczną ilość nasion, że tylko drobna ich część przy

życiu utrzymać się i w nowe rośliny wykiełkować może. Zresztą zdarza się często, że nawet rośliny unikające samozapylenia, uciekają się jednak ku niemu, jeżeli ich kwiaty przekwitają, nie zostawszy opylone. Tak np. kwiaty zrosłopłatkowe z pręcikami krótszymi od słupków, jak to widzimy nieraz u pierwiosnków, okwitając, zwieszają się ku dołowi, jak wszystkie kwiaty przekwitające, korona wraz z pręcikami, które są do niej przyrosłe, jak we wszystkich prawie zrosłopłatkowych kwiatach, opada, i wówczas pręciki, zsuwając się wraz z koroną otrzeć muszą swe pylniki o znamie słupka, który jeżeli jeszcze nie był opylony i posiada jeszcze znamie nie zwiedle i lepkie, zostaje teraz opylony pyłkiem własnego kwiatu. Jasnota wydaje w jesieni małe, nie rozwijające się wcale kwiaty, wyglądające jak paki kwiatowe, wewnątrz których pręciki opylają własne słupki, jeżeli inne rozwinięte kwiaty tej rośliny, w ciągu ubiegłego lata nie zostały opylone drogą krzyżowania.

Takich roślin uciekających się nawet często do samozapylenia znamy więcej.

Najpowszechniej jednak opylają się rośliny przez krzyżowanie, t. j. słupki jednych kwiatów zostają opylone pyłkiem innych kwiatów, najczęściej pyłkiem pochodzącym z innych, nieraz w znacznej odległości rosnących osobników tego samego gatunku. Wydawać się to musi bardzo dziwnem, że pyłek, choć jest istotą nie mającą własnego ruchu, przenosi się na znaczne przestrzenie i pada na słupki tego samego gatunku roślin, pomimo, iż nieraz bliżej rosną inne gatunki; dziwnem jest, że go nie zatrzymują,

ani niszczą różne inne przeszkody, które może spotkać po drodze. Choć istotnie znaczne ilości pyłku nieraz przepadają marnie, bądź wskutek różnych przeszkód, bądź wskutek zbyt znacznych odległości, bądź, że stają się pastwą różnych zwierząt, żywiących się pyłkiem lub z innych przyczyn, jednakże dwa sposoby znakomicie ułatwiają krzyżowanie się roślin; to krzyżowanie bowiem u wszystkich bez wyjątku roślin odbywa się bądź wyłącznie przy pomocy wiatru, bądź też jedynie przy pomocy owadów. Rośliny opylające się przez pośrednictwo wiatru, nazywamy roślinami wiatropylnymi, rośliny uciekające się do pomocy owadów, w celu opylenia się, nazywamy owadopylnymi; drugich jest znacznie większa ilość aniżeli pierwszych.

Wiatropylne kwitną najczęściej na wiosnę, gdy jeszcze mało roślin wydaje kwiaty, a przez to samoopylenie pyłkiem innych gatunków roślin jest u nich już utrudnione. Kwitną one zwykle przed wydaniem jeszcze liści, które również niepotrzebnie tylko zatrzymywałyby pyłek wiatrem roznoszony. Są to rośliny zwykle wysokie, jak np. większość naszych drzew, wierzby, brzozy, topole, dęby, jesiony, leszczyna i t. p., wydające więc kwiaty na pewnej wysokości, tak, że wiatr zwiewający z nich pyłek i unoszący go, mało napotyka innych roślin lub innych przeszkód, mogących pyłek zatrzymać, tem bardziej, że rośliny te kwitną nie wszystkie jednocześnie, lecz w dość różnym czasie.

Kwiaty roślin wiatropylnych nie mają nigdy okazałych koron, które są im niepotrzebne i przeszkadzałyby tylko swobodnemu ruchowi pyłku, nie od-

znaczają się też wskutek tego ani barwnością, ani wonią; są to kwiaty zwykle bezpłatkowe. Kwiaty tych roślin złożone są najczęściej w kotki czyli baze, swobodnie zwieszające się z gałęzi i w całości wystawione na działanie wiatru, który niemi porusza w różne strony, zwiewając z jednych baziek przeciekowych pyłek, który zatrzymują inne baze słupkowe, na tej samej mniej więcej wysokości zwieszające się z gałęzi innych drzew tego samego gatunku roślin, jak to bywa np. na topolach, lub z innych gałęzi tego samego drzewa. Pyłek tych roślin nie jest pokryty na powierzchni ani brodaweczkami czy kolcami, ani lepkiem płynem, któreby ruchowi jego tylko przeszkadzały; za to znamiona słupków roślin wiatropylnych są zawsze długie, rozszerzone, pierzasto uwłosione, lepkie, wskutek czego pyłek łatwo się na nich zatrzymuje.

I między zielnymi roślinami, mającymi kwiaty bezpłatkowe, złożone najczęściej w kłosy, są niektóre, np. trawy, babki i t. d. wiatropylne. Wiecie pewnie, że w czasie kwitnienia zboża na polu unosi się nad łanem zboża jakby żółta mgła, którą nad ranem widzieć można, jest to właśnie pyłek wypruszony z pylników, unoszący się w powietrzu i opadający znów na inne kwiaty kłosów; jest to chwila, od której cały urodzaj przyszłego plonu pól zależy; wówczas najbardziej pożądaną jest pogoda, gdyż deszcz przybiłby pyłek ku ziemi i zniszczyłby go, a zarazem zniszczyłby i cały plon. Żyto zapyla się stale przy pomocy wiatru; w jęczmieniu, a po części i w pszenicy odbywa się samozapylenie; większa część traw jest wiatropylna. Roślin wiatropylnych jest wogóle

jednak stosunkowo niewiele; łatwo zrozumieć, że w czasie przenoszenia się pyłku przy pomocy wiatru, znaczna część jego ginąć musi.

Drugi sposób krzyżowania jest o wiele pewniejszy.

W roślinach owadopylnych pyłek z pręcików na słupki innych kwiatów przenoszą owady. Wiemy już, że takie rośliny używają przeróżnych sposobów, aby przywabić do swych kwiatów owady, które są im właśnie w tym celu potrzebne. Dostarczają one owadom soku słodkiego czyli nektaru, sączącego się z miodników umieszczonych przy nasadzie kwiatu, aby zapewnić sobie ich odwiedziny i zmusić je do wchodzenia w głąb kwiatu. Te rośliny tak się przystosowały do pomocy owadów przy zapylaniu swych kwiatów, że w braku tych pomocników musiałyby zginać, o ileby niektóre z nich z wielką stratą w ciągu długich lat nie potrafiły przystosować się do innych warunków. Dość przykryć przezroczystą gazą kwitnące bratki, lub inne większe kwiaty i wstrzymać przez to przystęp owadów do nich, aby kwiaty nie wydały wcale owoców, ni nasion.

Abby owadom ułatwić dostrzeżenie swych kwiatów, wydaje większa część tych roślin duże, zdaleka widzialne korony, rozmaicie u różnych roślin zabarwione, daje im znać o sobie zapachem rozchodzącym się dokoła, który owady odczuwają, zarówno jak i barwy dostrzegają tak samo jak i my, a często lepiej. Drobne zielne kwiaty mogłyby być niedostrzeżone i pominięte przez owady, to też takie kwiaty jeżeli się opylają przy pomocy owadów, uciekają się do różnych innych sposobów, aby były dostrze-

żone. Najważniejszym środkiem jest u takich kwiatów zapach i pewnie nieraz zauważyliście, że silnie pachnące kwiaty, np. mięta, rozmaryn, lawenda, rezeda, bywają zwykle mniej jaskrawe i drobniejsze od kwiatów, nie wydających zapachu. Bratki ogrodowe np. lub fijołek dziki (*Viola canina*) mają kwiaty duże i widoczne, to też nie wydają zapachu, podczas gdy fijołek pachnący (*Viola odorata*), który kwitnie na szypułkach krótkich i kryje swe kwiaty wśród liści, tak, że łatwo mogą być niepostrzeżone, musi zwracać na siebie uwagę owadów silną wonią. Niektóre owady mają widocznie powonienie zbliżone do naszego, ale niektóre muszki z lubością odszukują kwiaty, wydające zapach wstrętny.

Wiele z tych drobnych kwiatów prócz woni, którą wydają, zastępują brak okazałych koron zabarwionemi przykwiatkami, wyróżniającemi się na tle innych zielonych liści; lipa np. przy kwiatkach zielonych, posiada długie żółte przykwiatki (rys. 101), pszeniec polny wydaje przykwiatki różowe pod każdym kwiatem, a kwiaty te z przykwiatkami złożone są w kłos, zdaleka swą barwnością zwracający uwagę i t. d. U wielu innych roślin drobne kwiaty skupiają się w gęste kwiatostany, główki, baldachy i t. d., skupienie takie jest bowiem zdaleka widoczne, a każdy kwiatek oddzielnie z trudnością byłby dostrzeżony. Tak np. marchew, pietruszka, barszcz i wiele innych mają drobne kwiaty, ułożone w duże baldachy, a wszystkie rośliny złożone, zarówno jak i niektóre inne, np. konieczyna, mają drobne kwiaty skupione w główki widzialne z daleka i t. p. Często w takiej główce lub koszyku zewnętrzne kwiatki mają

korony wydłużone w języczki, nieraz odmiennej barwy jak np. w stokrotce, rumianku i t. d., co jeszcze bardziej zwraca uwagę, a w główkach niektórych roślin zewnętrzne kwiaty rozrastają się w duże barwne korony, nie zawierające jednak wcale pręcików ani słupków i służące tylko dla zwrócenia uwagi owadów; tak np. w dobrze znanym wszystkim bławatku czyli chabrze, owe piękne, błękitne kwiaty są zupełnie płonne, nie mają wcale pręcików ani słupków i są tylko narządami zwabiającymi, podczas gdy między nimi w środku główki kryjące się kwiaty rodzajne, złożone z pręcików i słupków są drobne, nieokazałe i same nie mogłyby dostatecznie rzucać się w oczy; tak samo i zewnętrzne kwiaty kaliny są zupełnie płonne i służą tylko dla zwiększenia okazałości kwiatostanu.

Niektóre rośliny, opylające się przy pomocy owadów nocnych, mają korony w dzień stulone i bez zapachu, otwierają one swe korony i wydają zapach dopiero w nocy; te korony mają też zwykle barwy jasne, t. j. białe, żółte, różowe, które w ciemności, na ciemnym tle łąk, silnie odbijają, podczas, gdy korony ciemniej zabarwione, np. fioletowe, niebieskie, ciemno-czerwone nie mogłyby być w nocy przez owady dostrzeżone; temi ciemnymi barwami odznaczają się też przeważnie kwiaty dzienne.

Gdy owad siądzie na płatkach, ma odrazu najczęściej wskazaną dalszą drogę przez prąжки, jakie znajdują się na płatkach, wskazujące owadom drogę ku miodnikom; takie barwne prąжки widzimy dobrze np. na płatkach bratka i innych roślin. Miodniki są umieszczone tak, że owad kierując się ku nim, lub wy-

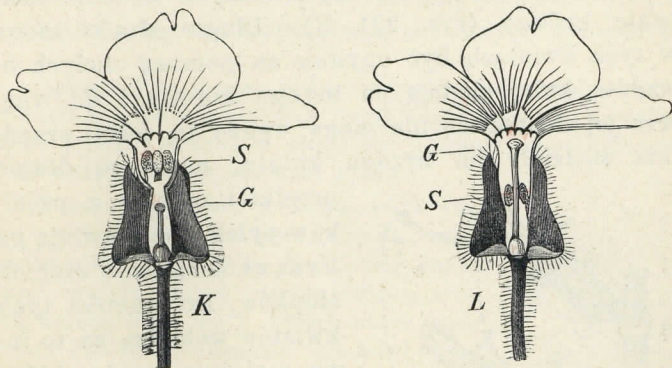
chodząc z kwiatu, musi otrzeć się o pręciki, które obsypują go pyłkiem; pyłek owadopylnych roślin, odwrotnie aniżeli pyłek wiatropylanych, nie ma powierzchni gładkiej, lecz pokrytą brodaweczkami, włoskami, lepkiem płynem i t. p., wskutek czego łatwo przyczepia się do owadu, który wyssawszy miód z kwiatu, przelatuje na inny kwiat, i tam wchodząc dla odświeżenia miodu, ociera się znów o lepkie znamiona słupków, na których zostawia pyłek zebrany poprzednio z innego kwiatu.

Może tu zachodzić obawa, że owad przeniesie pyłek na słupki zupełnie innego gatunku roślin; tak jednak nie bywa, naprzód dlatego, że każdy owad ma zwykle swoje ulubione kwiaty, które odwiedza, i które zdala poznaje po barwie i kształcie korony, po zapachu i t. d., następnie dla tego, że i same kwiaty są poniekąd przystosowane tylko do pewnych owadów, bo przecież w drobne kwiaty lub w korony ze stulonymi płatkami np. w korony motylkowe, maskowe i t. p. nie może wejść jakiś wielki owad, np. bąk lub pszczoła; takie duże owady dostać się mogą tylko do kwiatów, mających obszerne i otwarte korony; z kwiatów znów, kryjących swe miodniki w końcu długich i cienkich ostróg, czerpać mogą nektar tylko motyle mające długie ryjki i t. d., tak, że kształt kwiatu ochrania go od niewłaściwego opylenia. Już w starożytności znany myśliciel i uczony grecki Arystoteles zauważył, że owady zwykły zbierać nektar jednocześnie tylko z kwiatów jednego gatunku. Dalej niektóre rośliny są zabezpieczone od odwiedzin nieodpowiednich owadów już przez samo miejsce, w którym rosną, np. kwiaty, wyrastające

pośrodku wód, jak np. kwiaty grzybieni, nie mogą być odwiedzane przez mrówki lub inne nietatające owady. Wiele roślin broni się od niewłaściwych odwiedzin różnemi sposobami np. wydając sok lepki na całej łodydze, w którym grzęźnie i ginie mnóstwo drobnych owadów, nie pożądaných przez roślinę, lub wydając włoski, gruczołki, ciernie, nie dopuszczając owadów, albo tworząc, jak widzieliśmy, miodniki na liściach czy innych narządach, zatrzymujące po drodze owady nieproszone; otaczając kwiat przykwiatkami, lub okrywając liści, wydając wstrętny zapach, np. zapach gnijącego mięsa, lub nieprzyjemne barwy, znoszone tylko przez niektóre owady właściwe tym roślinom, uciekając się do współżycia z mrówkami lub innymi owadami, jakieśmy to wyżej widzieli, które bronią roślinę od napaści nieodpowiednich istot, mogących daremnie tylko ich miód wysysać lub pyłek zjadać, nie przynosząc pożytku i t. d. Wewnątrz koron niektórych roślin znajduje się pierścień włosków, nie dopuszczających ani kropel deszczu, ani nieproszonych owadów i t. d.

Tymi i różnemi innemi jeszcze sposobami zabezpiecza się roślina od tego, aby na jej znamiona nie dostawał się pyłek z innych gatunków rośliny, a także aby jej pyłek zabierały tylko właściwie jej owady. Każdy owad odwiedza wprawdzie różne gatunki roślin, bo przecież mało roślin kwitnie bez przerwy od wiosny do jesieni, a owady ciągle miodu potrzebują, lecz odwiedza je w różnym czasie. Pszczoły np. zbierają jak wiadomo powszechnie miód z kwiatów lip, ale lipy kwitną tylko w lipcu, który właśnie z tego swą nazwę otrzymał; w innych miesiącach

muszą odwiedzać inne rośliny; w lipcu jednak zbierają sok tylko z kwiatów lipy, z których właśnie otrzymujemy miód pszczoły zwany także „lipcem”. Inne rośliny, z którychby pszczoły, mogły sok słodki zbierać, w owym czasie nie kwitną, lub nie są wcale przez pszczoły odwiedzane, tak, że pszczoły przebiegają wciąż tylko z jednych kwiatów lipy na

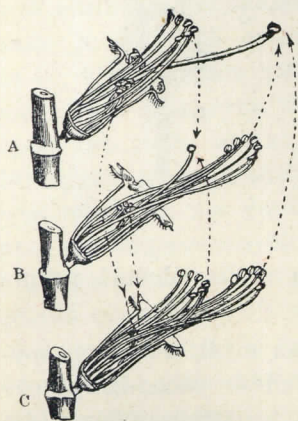


rys 221.

drugie i pyłek z lipy na inną roślinę dostać się nie może.

Przyjdzie tu komu może na myśl, że przy opylaniu za pośrednictwem owadów zachodzić może jeszcze obawa, aby nie nastąpiło samozapylenie, bo przecież jeżeli owad kręci się w kwiecie i zabiera pyłek z pręcików, to łatwo otrzeć się może o słupek tego samego kwiatu i na ich znamionach pyłek pozostawić. Wiemy już jednak, że przeciw samozapyleniu bronią się rośliny różnemi sposobami, np. tem, że jedne kwiaty rośliny są wyłącznie pręcikowe, inne

wyłącznie słupkowe, albo też tem, że gdy pręciki dojrzeją i wysypują pyłek, słupki są jeszcze nie dojrzałe i pyłku nie przyjmują, lub odwrotnie, słupki dojrzewają wcześniej, aniżeli pręciki. Pierwiosnki np. i niektóre inne rośliny mają kwiaty dwóch rodzajów: w jednych pręciki są znacznie krótsze aniżeli słupki (rys. 221, L), w innych znów kwiaty są pręciki dłuższe, a słupki tych samych kwiatów znacznie krótsze (rys. 221, K). Długie słupki mogą w tych kwiatkach być opylone za pomocą dużych owadów, które siadają na brzegu korony i do wnętrza jej dostać się nie mogą; owady te, jeżeli przedtem siedziały na brzegu kwiatu, mającego długie



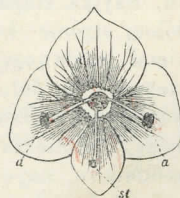
rys. 222.

u nas po polach krwawnica (*Lythrum salicaria*) z długimi włosami czerwono-fioletowych sześciopłatkowych kwiatów, ma nawet trojaki rodzaj kwiaty (rys. 222), stosownie do długości swoich pręcików i słupków; tylko krótkie słupki (C) mogą być zapylone pyłkiem

krótkich pręcików, średniej długości słupki (B), pyłkiem tej samej długości pręcików, a najwyższe słupki (A) opylają się pyłkiem pręcików najdłuższych, lecz nigdy w jednym kwiecie nie ma pręcików i słupków jednakowej długości. Wskutek tego samozapylenie nastąpić nie może. Tak bywa w kwiatkach szczawika i niektórych innych roślin. Zresztą jak powiedzieliśmy, każda niemal roślina ucieka się dla uniknięcia tego samozapylenia do innych sposobów.

Opiszemy tu jeszcze kilka szczególnych sposobów krzyżowania się roślin i na tych przykładach poznamy zarazem kilka jeszcze ciekawych sposobów unikania samozapylenia i niewłaściwego przenoszenia pyłku.

Powszechny u nas przetacznik łaskowy (*Veronica chamaedrys*), mała, zielna roślina z ładnymi, błękitnymi kwiatami, ma nieforemną czteropłatkową zrosłą koronę (rys. 223), której otwór otoczony jest białą obrączką włosków chroniących miodniki od napaści niepożądanych owadów; ze środka tego otworu wystaje też wstecz cofnięta szyjka słupka i dwa ukośnie rozchodzące się w bok pręciki. Owad, opylający tę roślinę, krąży z początku dokoła niej, następnie nagle siada na dolnym płatkach, naciskając brzuszkiem znamię słupka, nad nim leżące, i jeżeli owad ma już na brzuchu pyłek przyniesiony z innego kwiatu, to pyłek ten zostaje na lepkiem znamieniu słupka, opylając je. Następnie wsuwa owad ryjek w otwór kwiatu, chcąc się dostać do miodników, aby zaś nie stracić przytem równowagi, chwytając się przednimi łapkami nasady pręcików, które wskutek tego nagle zbliżają się ku sobie, uderzając znów w brzuch owadu, i zostawiając na nim pyłek, który owad po nasyceniu się przenosi na inny kwiat przetacznika.



rys. 223.

Znane wszystkim bratki ogrodowe i większy gatunek bratka dziko po łąkach rosnącego mają ciekawy sposób opylania się. Na paznogciu dolnego płatka (rys. 224), przechodzi pośrodku wzdłuż rowek przykryty u góry włoskami i prowadzący do miodników znajdujących się w garbie (*sp*), który płatek ten tworzy przy nasadzie; prążki barwne na dolnym płatku prowadzą właśnie do tego rowka. Słupek wraz z otaczającymi go



rys. 224.

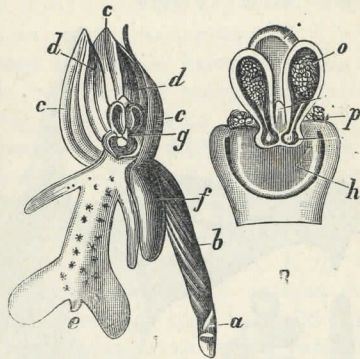


rys. 225.

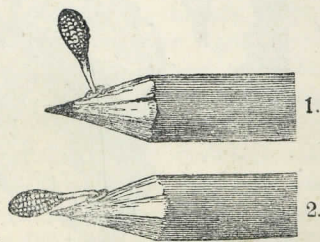
pręcikami wypełniają w głębi koronę, tak, że między niemi i płatkami nie pozostaje już wolnego miejsca; pyłek z pręcików wpada w ów rowek znajdujący się na dolnym płatku. Szyjka słupka zakończona jest główką (rys. 225), na dolnej stronie której znajduje się wgłębienie, pokryte lepkimi brodaweczkami znamienia; prócz tego pod tym otworkiem wisi ku dołowi mała błonka zasłaniająca wejście do rowka. Gdy owad siądzie na dolnym płatku, a tylko na dolnym sięść może i zamierza wsunąć ryjek do rowka, aby się dostać do miodników, napotyka na błonkę (rys. 224 *u*), którą musi podważyć ryjkiem, wsuwany w rowek i jeżeli ryjek był już opylony innym kwiatem, pozostawia pyłek na przedniej stronie błonki. Wsuwając ryjek w rowek, opyla go znów pyłkiem spadłym z pylników tego kwiatu do rowka, następnie dostaje się do miodników, nasycy się, i cofając ryjek, musi błonkę napowrót podnieść ku górze; błonka wówczas zamyka wgłębione znamię słupka, tak, że świeży pyłek zabrany ryjkiem nie może dostać się do znamienia. Jeżeli przednia strona błonki została przedtem, przy wsuwaniu ryjka, opylona, to teraz gdy błonka przy wysuwaniu ryjka zamyka wydrążenie znamienia, pozostawia pyłek na jego lepkiej powierzchni. Wysuwany ryjek, ocierając się o tę błonkę, może opylić tylko tylną jej powierzchnię, z której pyłek do znamienia dostać się nie może, tak że samozapylenie jest tu niemożliwe.

W storczykach znów, jak pamiętamy, pyłek tworzy pył-

komasy (rys. 205) sterzące z otwartych pylników (rys. 226 *A g, B o*). Te pyłkomasy przylepiają się do ryjka owada poszukującego w kwiatach storczyków miodu i leżą na nim zwrócone ku głowie owada, lecz w czasie, gdy ten lata dokoła innych kwiatów, zsuchają się i odwracają tak, że sterczą zwrócone ku końcowi ryjka i wystają po za ten koniec. Gdy owad wsuwa ryjek w nowy kwiat, napotyka przedewszystkiem pyłkomasy lepkie znamię (*p*) słupka (*h*), przylepiają się doń, a gdy ryjek wejdzie głębiej, napotyka znów pyłkomasy, które się do niego przylepiają. Można łatwo zrozumieć to opylanie wsuwając w kwiat storczyka zaostrzony koniec ołówka (rys. 227), lub inny cienki przedmiot i wyjmując go; pyłkomasy, jeżeli się jeszcze w kwiecie znajdują, na co nie zawsze natrafić można, przylgną do ołówka i zachowują się tak, jak na ryjku owada. Gdy na wyspie Jawie poczęto uprawiać wanilię, należącą także do roślin storczykowatych, a przeniesioną tam z Meksyku, nie przeniesiono zarazem, rozumie się, owadów opylających kwiaty wanilij, do dziś dnia też muszą tam opylać kwiaty sztucznie przez wsuwanie patyczków, chcąc, aby wydały owoce, o które przecież głównie chodzi. Gdy pyłkomasa dotknie znamienia słupka, wówczas zwykle tylko górna warstwa pyłku



rys. 226.



rys. 227.

przylega do znamienia, tak, że ta sama pyłkomasa może opylić jeszcze znamię w innym kwiecie, na którym znów zostawi trochę pyłku i t. d. a więc każda pyłkomasa opylić może wiele kwiatów.



rys. 228

rys. 229.

Inna znów roślina dość rzadka u nas, choć w południowej Europie pospolita, zwana kleśnicem, albo obrazkowcem plamistym (*Arum maculatum*), ma kwiaty złożone w kolbę i otoczone długą pochwą, która jest tylko zmienionym

liściem, okrywają kwiatową (rys. 229), tak samo jak w kalli, czyli bielikrasie, pielęgnowanej po mieszkaniach. Górna część, czyli rękojeść kolby (rys. 228) wystająca z pochwy, ma barwę i zapach zgniłego mięsa, odstręczający owady, z wyjątkiem małych muszek, które tą właśnie barwą i wonią zęczone, zlatują się i siadają na rękojeści kolby, schodząc następnie po niej coraz niżej; tam spotykają naprzód obrączkę ostro zakończonych łuseczek (rys. 228), otaczającą kolbę; te łuseczki są prątniczkami, t. j. płonnymi pręcikami bez pylników; pod niemi skupione są dokoła kolby kwiaty pręcikowe, a jeszcze niżej przy nasadzie kolby, kwiaty słupkowe. Kwiaty kleśnica są przedsłupne, t. j. słupki dojrzewają przed pręcikami i gdy owady dostaną się do tych słupków, odwiedziwszy przedtem inne osobniki kleśnica, z których zabrały pyłek, mogą teraz te dojrzałe słupki opylić. Gdy to uczynią, wydostać się jednak nie mogą, gdyż owe spiczaste łuseczki, czyli prątniczki otaczające u góry kolbę, zwrócone ku dołowi i dochodzące do pochwy, owadów tych nie wypuszczają. Owady więc wpadły w pułapkę, z której na razie wydostać się nie mogą; lecz opylone znamiona wkrótce więdną, wydzielając kroplę słodkiego soku, który pobyt w tej pułapce owadom uprzyjemnia. Wkrótce dojrzewają i kwiaty pręcikowe, stojące nad słupkowemi, pyłek wysypuje się z nich i spada na dół, gdzie nieraz setki muszek schwytych w pułapkę trzepoce się dokoła zwiedłych znamion dostarczających im słodkiego soku. Wnet po dojrzaniu kwiatów pręcikowych, ów sztywny dotąd pierścień spiczastych łusek prątniczkowych również więdnie i opada, otwierając wyjście z pułapki owadom, które ulatują obsypane pyłkiem i dążą do innego kwiatu kleśnica, w którym tak samo najpierw tym pyłkiem opylają znamiona słupków, o które się ocierają i pozostają przy nich do czasu, gdy i kwiaty pręcikowe dojrzeją, a broniące wyjścia prątniczki opadną.

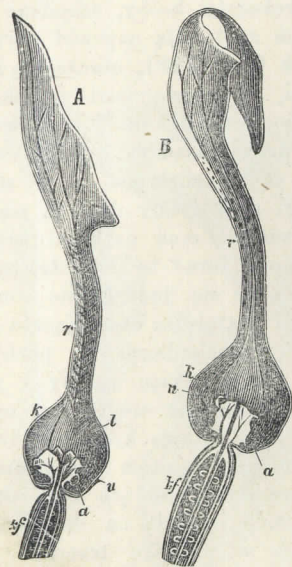
W podobny sposób zostają opylone kwiaty także rzadkiego dość u nas kokornaku powójnikowatego (*Aristolochia clematitis*) rosnącego w niektórych miejscowościach po płotach (rys. 230). Ta roślina ma znów kwiaty w posta-

ci wydłużonej dzbaneczkowatej rurki, zakończonej u góry języczkiem; na dnie rurki siedzi słupek z przyrośnięmi doń pręcikami. Wewnątrz rurka okwiatu usiana jest włoskami zwróconemi ku dołowi, które do-

zwalają drobnym owadom wejść do kwiatu, lecz bronią wyjścia. Kwiaty te są również przedślupne; dojrzały słupek przykrywa przytem odchylonemi znamionami kryjące się pod nim pylniki, tak, że gdy owady przynoszące pyłek z innego kwiatu, dostaną się do dna okwiatu i krążą, szukając miodu, mogą łatwo zostawić przyniesiony pyłek na dojrzałym znamieniu, ale do pręcików nie wydających jeszcze pyłku dostać się nie mogą. Z kwiatu wydostać się, z powodu włosków ku dołowi zwróconych w rurce okwiatu, również nie mogą i tak pozostać muszą w tem więzieniu do czasu, gdy pręciki dojrzeją. Zapyłone znamie tymczasem zsyca się

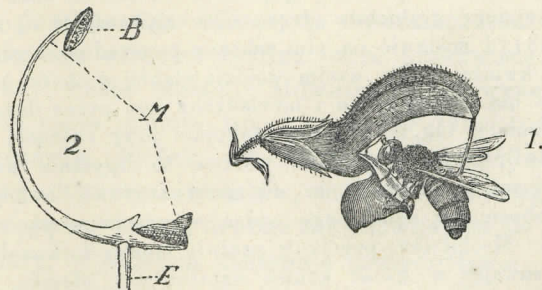
i powoli podnosi ku górze, odkrywając pylniki, które po dojrzeniu wysypują pyłek na owady; jednocześnie okwiat poczyną wędznąć, co przedewszystkiem objawia się tem, że włoski w okwiecie wędzną i opadają, pozwalając wyjść owadom, unoszącym z kwiatu pyłek, którym opyla słupki innego kwiatu kokornaka. Po wyjściu owadów opada też na otwór okwiatu i języczek, stanowiący jego przedłużenie, zamykając otwór jakby dla ostrzeżenia innych owadów, że nie mają po co już do tego kwiatu wchodzić.

Bardzo ciekawem jest opylanie się kwiatów naszej szalwii



rys. 230.

łąkowej (*Salvia pratensis*), której wielkie wargowe niebieskie korony kryją pod górną wargą szyjkę słupka rozdwójoną na końcu na dwa znamiona wystające nieco z korony (rys. 231₁) i dwa pręciki, choć zwykle rośliny wargowe, jak wiemy, mają pręcików 4, z których dwa są dłuższe, t. j. mają pręciki dwusilne. Szalwia stanowi jednak pod tym względem wyjątek, ma bowiem tylko dwa pręciki ukryte pod górną wargą. Na górnym końcu tych pręcików znajdują się, jak zwykle, pylniki, zawierające pyłek (rys. 231₂ B), na dolnym końcu zaś wiszą dwie błonki, czyli za-



rys. 231.

stawki, jakby dwa płonne pylniki, zamykające wejście do wnętrza korony. Te dwa pręciki przyłączone są do korony krótkimi niteczkami, które się z nimi łączą nad zastawką. Nitkę łączącą każdą zastawkę z pylnikiem można uważać za łącznik, który jak wiemy, w pręcikach innych kwiatów łączy dwa pylniki pręcika; niteczka zaś wyrastająca z tego łącznika nad zastawką i przyrośnię do korony, jest właściwą nitką pręcika. Otóż te dwa pręciki szalwii działają jak dźwignia wagi: gdy jeden koniec dźwigni wagi popchniemy ku górze, drugi spada na dół, tak samo dzieje się z tymi pręcikami. Owad siada na dolnej wardze korony i gdy wsuwa ryjek w otwór korony, napotyka tam owe zastawki, które musi popchnąć, chcąc się ryjkiem dostać głębiej kwiatu do miodników. Lecz gdy tylko poruszy te zastawki, pręciki przechylają się jak dźwignia wagi i cięż-

szy górny koniec pręcików, z pylnikami spada owadowi na grzbiet, zostawiając na nim pyłek. Gdy owad nasyciwszy się miodem, wysuwa ryjek i ulatuje, pręciki znów cofają się pod górną wargę korony. Tak przelatuje owad z jednego kwiatu szalwii na drugi, zbierając miód i zarazem na swym grzbiecie pyłek, często nie stykając się jeszcze ze słupkami, które dojrzewają później, gdyż kwiaty szalwii są przedpłatne. Szyjka niedojrzałego jeszcze słupka szalwii kryje się w całości prawie pod górną wargą, lecz gdy dojrzeje, zwiesza się z końca tej wargi znamionami znacznie ku dołowi opuszczonymi, tak, że gdy owad natrafi na taki kwiat, musi najpierw grzbietem otrzeć się o zwieszające się znamię (rys. 231) i zostawić na nim zebrany poprzednio z pręcików innego kwiatu pyłek, zanim wejdzie głębiej w otwór korony. Szalwia ma kwiaty duże i odwiedzana jest przez duże owady, trzmiele, tak, że siedząc spokojnie przy rosnącej na łące szalwii, można dokładnie widzieć to opylanie kwiatów i godzinami z zajęciem mu się przypatrywać, owady bowiem obecnością spokojnego widza w zajęciu swem się nie płoszą. Mechanizm pręcików szalwii można doskonale zbadać, wsuwając w kwiat koniec szpilki czy słomki, który powoduje wysuwanie się pręcików tak samo jak ryjek owadów.

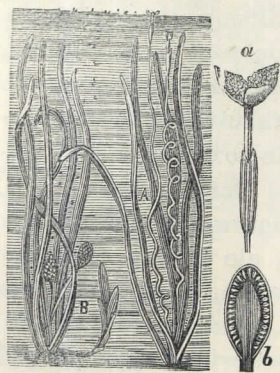
Mówiliśmy już wyżej, że pręciki niektórych kwiatów np. kwaśnicy czyli berberysu są wrażliwe na dotknięcie, co ułatwia im również krzyżowanie; gdy muszka siądzie na takich pręcikach, podnoszą się one raptownie, uderzają ją i obrzucają pyłkiem. Zresztą w krzyżowaniu roślin biorą udział nie tylko owady, u niektórych kwiatów w krajach gorących czynią to nawet drobne ptaki, np. kolibry, a u pewnych roślin wodnych—ślimaki.

Wiemy już, że pyłek, mający opylić zalążek, musi uniknąć jeszcze jednego niebezpieczeństwa, mianowicie wody, która pyłek niszczy. To też od wody chronią kwiaty swe pręciki w różny sposób; korony kwiatów są z tego powodu umieszczone naj-

częściej poziomo, aby krople deszczu w koronę nie wpadały i pyłku nie niszczyły; górny płatek takiej korony jest zwykle wypukły, często nawet ma postać daszka (rys. 194), dolny płatek usiany włoskami, nieopuszczającymi wody. Niektóre korony, np. maskowe (rys. 192 b), są zupełnie zamknięte, lub jak np. motylkowe (rys. 195 i 196), otulają pręciki dookoła, inne znów zamykają się tylko wczasie niepogody; pręciki mają często pylniki otoczone włoskami i t. d. Zdarza się jednak pomimo tego nieraz, że deszcze przeszkadzały opyleniu i wówczas roślina może przekwitnąć, nie wydawszy wcale nasion. Mówiliśmy już wyżej, że w takim razie jasnota np. i niektóre inne rośliny, np. szczawik, fijołek, nie zdoławszy opylić swych zwykłych otwartych kwiatów, wskutek dżdżystego lata, wydają ku jesieni drobne nie rozwijające się z pąka kwiaty, w których następuje samoopylenie.

Wiadomo, że są rośliny kwiatowe wodne, nieraz w całości w wodzie pogrążone, ale kwiaty tych roślin rozwijają się zawsze nad wodą, gdyż w wodzie nie mogłoby nastąpić opylenie. Tak nieraz widzieliście pewnie na stawach naszych wyrastające po nad wodę szypułki z kwiatami takich roślin np. jak grzybień, grażel, osoka, żabiściek, jaskier wodny i t. p., których cały pęd prócz kwiatu pogrążony jest w wodzie; opylenie u tych roślin odbywa się przy pomocy owadów nad wodą. Niektóre z tych roślin, np. osoka, choć mają korzeń wrosły w dno wody, ale tak słabo jednak do ziemi przytwierdzony, że gdy nadechodzi czas kwitnienia, wyrwywają się całkowicie z korzeniem i wypływają nad powierzchnię wody.

Szczególnem bardzo w swoim rodzaju i ciekawem nader jest zachowanie się pod tym względem t. zw. Nurzańca śrubowatego (*Vallisneria spiralis*—rys. 232), rośliny wodnej, pielęgnowanej czasami u nas w akwariach, a rosnącej dziko w wodach Europy południowej. Roślina ta, o której już z innego powodu wyżej wzmiankowaliśmy (str. 334), ma liście podłużne, całobrzegie, odziomkowe, korzeń pograżony w dnie wody, pod powierzchnią której cała roślina się mieści. Jedne osobniki nurzańca (rys. 232) mają kwiaty tylko pręcikowe (B), otulone po-

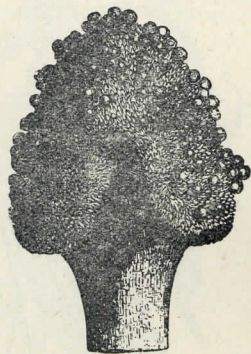


rys. 232.

chewką i siedzące również pod wodą na krótkich szypułkach; inne zaś osobniki mają kwiaty wyłącznie słupkowe (A), osadzone na szypułkach bardzo długich, ale skręconych na kształt śruby tak, że cała szypułka wraz z kwiatem również zanurzona jest zupełnie w wodzie. Pod wodą jednak opylenie nastąpićby nie mogło, gdyż

ce z pylników pyłek, mogący opylić kwiaty słupkowe. Po pewnym czasie szypułki kwiatów słupkowych skręcają się ponownie, wciągając opylone swe kwiaty pod wodę, gdzie kwiaty dalej przekształcają się w owoce i nasiona; oderwane zaś zupełnie kwiaty pręcikowe, wydawszy pyłek, więdną i giną zupełnie.

Mówiliśmy dotąd o tem, w jaki sposób przenosi się pyłek z pręcików na znamię słupka, co się dalej dzieje, ponieważ już wiemy. Gdyby pyłek padł na szyjkę słupka lub zawiązek czyli zalążnię, albo inną część kwiatu, wówczas skutku żadnego by nie wywarł. Zapłodnienie odbyć się może tylko wówczas, gdy pyłek padnie na znamię, na którym zatrzymuje się wskutek brodawek, włosków (rys. 209, 210), a w każdym razie płynu lepkiego, wydzielanego zawsze przez znamię; nieraz znamię

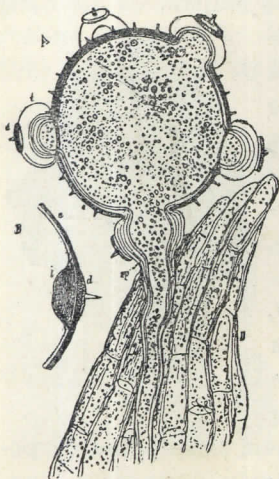


rys. 233.

jest obsypane wielkiem mnóstwem ziarn pyłku (w powiększeniu rys. 233). Na znamieniu zewnętrzna błonka pyłku pęka lub otwiera się i z otworu wysuwa się (rys. 234) wewnętrzna błonka wraz z dwoma jądrami (rys. 204 i 214), znajdującymi się w jej plazmie, czyli z plemnikami, w postaci cienkiej nitki, coraz dalej się wydłużającej, czyli t. zw. łagiewki. Gdy sztucznie pyłek utrzymujemy w wilgotnej przestrzeni na bardzo słabym roztworze cukru, wówczas wypuszcza on również łagiewkę, a ponieważ w płynie wydzielonym przez znamię, znajduje się troszeczkę cukru,

przeto sądzimy, że to cukier stanowi przyczynę tego zjawiska.

Wyrastająca z pyłku łagiewka wrasta w znamię i szyjkę słupka (rys. 234), wydłużając się coraz bardziej i dążąc do wnętrza zawiązka słupkowego czyli do wnętrza zalążni, stanowiącej dolną część słupka i zawierającej w sobie zalążki. Najczęściej niema w szyjce słupka żadnego kanału, którymby łagiewka



rys. 234.

posuwać się mogła, musi ona przeto rozpychać komórki, z których tkanka szyjki się składa i posuwać się coraz dalej pomiędzy ściankami komórek, nieraz na znaczną przestrzeń, bo szyjki wielu kwiatów są przecież b. długie (rys. 235). Dostawszy się wreszcie do wnętrza zalążni, łagiewka (l) posuwa się dalej wzdłuż wnętrza ścianki zalążni i nieraz w ten sposób całe wnętrze okrażyć musi zanim dostanie się do zalążka.

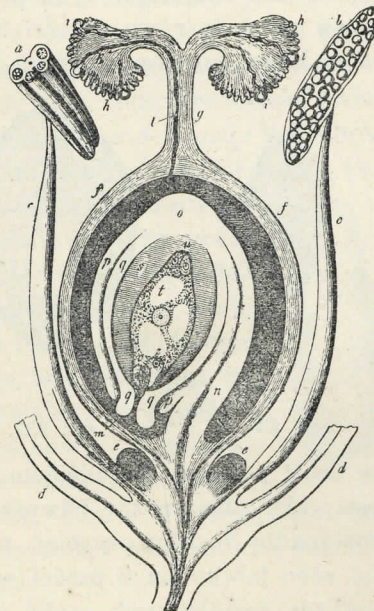
Łagiewka nigdy wprost nie dąży z szyjki ku zalążkowi, lecz posuwa się zawsze, przylegając do ścianek zalążni. Gdy dosięgnie zalążka, posuwa się po jego powierzchni, aż natrafi na otworek w zalążku, czyli na t. zw. okienko (między qq), w które wnika, posuwając się tak dalej aż do jajka leżącego pod okienkiem pomiędzy dwiema komórkami pomocniczymi w woreczku zalążkowym. Niewiadomo dotąd dobrze, czy ścianka na końcu ła-

giewki pęka, czy rozpuszcza się, dość, że plemniki, znajdujące się w łagiewce, wydostają się i zlewają się z jajkiem.

Jednocześnie z tem zapłodnieniem jajka, a w niektórych roślinach nawet wcześniej nieco, poczyną się dzielić jądro (rys. 235 pod t), leżące w środku woreczka zalążkowego (u), tworząc coraz liczniejsze jądra (rys. 236), przyczem komórki pomocnicze i antypody znikają.

Te jądra wraz z otaczającą zarodnią tworzą liczne komórki (rys. 237), które poczynają coraz bardziej wypełniać cały woreczek zalążkowy i tworzyć tym sposobem bielmo (rys. 237 b), stanowiące zapas pożywienia dla przyszłej młodej roślinki; to bielmo jest tem samem, cośmy u bezkwiatowych roślin nazwali „przedroślem”, lecz jestto przedrośle przechodzące już w stan szczątkowy.

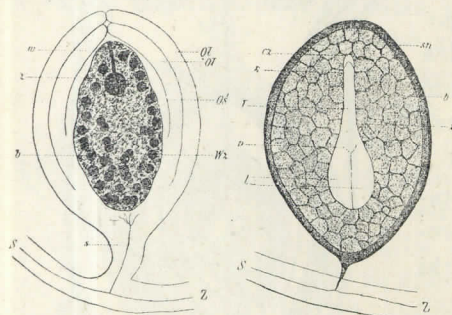
Gdy jajko zostało zapłodnione, poczyną się ono dzielić (rys. 236), naprzód na 2 potem na 4, dalej na 8, 16, 32 i t. d. części w trzech kierunkach,



rys. 235.

na długość, szerokość i wysokość, ale zawsze ściankami prostopadłymi do siebie.

Dla zrozumienia tego weźcie np. jabłko lub pomarańczę i postawiwszy na stole, podzielcie je nożem pośrodku z góry na dół na 2 równe części następnie nie odejmując tych połówek, przedzielcie je znowu na dwie równe części tak samo z góry na dół, ale w kierunku poprzecznym, cięciem prostopadłym



rys. 236.

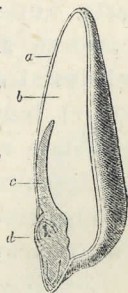
rys. 237.

do poprzedniego, aby otrzymać 4-y równe części, odgraniczone z góry na dół, tak jak np. południki globusu; wreszcie te 4 części razem złożone przekrójcie raz jeszcze na 2 połowy, ale cięciem poziomym, stanowiącym jakby płaszczyznę równika, które będzie znów prostopadłe do obu przecięć poprzednich. Rozcieliście więc jabłko na 8 części w 3-ch kierunkach, tak, że każda ścianka tych części jest prostopadłą do pozostałych ścianek; tak dzieli się każda komórka rośliny, tak też dzieli się po zapłodnieniu jajko.

Każda z tych ośmiu części jajka, powiększając się, dzieli się znów w taki sam sposób; powstaje więc z jajka ciało, mające coraz więcej komórek. Jedne z nich tworzą cienką nić czyli wieszadełko (rys. 236 w), na którym zawieszony jest zarodek, inne tworzą z początku kuleczkę (r) wiszącą na tem wie-

szadełku. W miarę jak w kuleczce przybywa przez podział coraz więcej komórek, poczyną ona zmieniać kształt: od strony wieszadełka jest zwężona i ta część stanowi zaczątek korzenia (rys. 237 s), który otacza się czapeczką (cz), na przeciwległym końcu tworzy trzy brodaweczki, z których środkowa jest zaczątkiem pączuszka (p), a z bocznych tworzą się potem liścienie (l); u roślin jednoliściennych tworzy się na jednym końcu korzonek (rys. 238, przecięcie ziarna pszenicy: d, zarodek pod nim u dołu jego korzonek), na drugim końcu liścień (c) a pączuszek (nad d), tworzy się z boku; wieloliściennych zarodków

rośliny okrytonasienne nie tworzą wcale. W ten sposób zaczyna tworzyć się zarodek, a tworząc się, ssie pokarm z bielma. U niektórych roślin zarodek wysysa całe bielmo, które wsiąka w liścienie, wskutek czego liścienie rosną, powiększają się, aż wypełniają cały woreczek zalążkowy, a nasienie w ten sposób powstałe zawiera pod skórką tylko zarodek i duże, grube liścienie, w których jest nagromadzony pokarm dla zarodka, bielma zaś niema wcale.



rys. 238.

Tak bywa u bardzo wielu dwuliściennych roślin i u niektórych jednoliściennych.

W innych roślinach liścienie nie wysysają całego bielma, tak, że nasienie (rys. 237 i 238), składa się ze skórki (sn, a), bielma (b) wypełniającego nieraz większą część nasienia i z zarodka ze szczupłym liścieniem (c) lub dwoma liścieniami (l), które zresztą wysysają bielmo i oddadzą go zarodkowi dopiero wówczas, gdy nasienie dojrzałe i oddzielone od rośliny znaj-

dzie się w wilgotnej ziemi w odpowiednich warunkach.

W czasie, gdy w woreczku zalążkowym tworzy się bielmo i zarodek, cały zalążek odżywia się i powiększa, otrzymuje wciąż świeże soki, przypływające ze ścianek zalążni (rys. (235 *f* przez *n* i 237 *s*, *z*) t. j. części słupka przez naczynia (*n*), które jak wiemy przechodzą przez sznureczek (rys. 236 *s*), na którym zalążek wisi. Nietylko woreczek zalążkowy i jego zawartość się przez to powiększa, lecz i wszystkie osłonki (rys. 235 *p*, *q*, 236 *ol*) grubieją, okienko zarasta zupełnie, potem osłonki znów się zsuchają i tworzą skórkę nasienia. Gdy zarodek wytworzy już dostatecznie wykształcony zaczątek korzenia (rys. 237 *r*), łodyżki, pączuszka (*p*) i liścienie (*l*), wówczas przestaje rosnać i cały zarodek pozostaje już jakby w uśpieniu, aż do czasu, gdy nasienie znajdzie się w odpowiednich warunkach, aby zacząć kiełkować. Tak tworzy się w zalążni nasienie.

Jeżeli w zalążni było kilka zalążków, wówczas wszystkie zalążki, które otrzymały łagiewkę, tworzą tak samo nasienie; a ponieważ na znamię mogło się dostać wiele ziarn pyłku (rys. 233), a każde takie ziarno wypuściło łagiewkę, która przez szyjkę wnikała do zalążni, przeto wiele zalążków może się zapłodnić i wydać nasiona. Te zaś zalążki, które zapłodnione nie zostaną, giną; dlatego też często bywa, że wytwarza się w zalążni mniej nasion aniżeli było zalążków.

W czasie, gdy z zalążków zaczynają wytwarzać się nasiona, znamię i szyjka słupka (rys. 235, *f*, *g*) najczęściej więdną i opadają (w niektórych roślinach

zsuchają się i tworzą włoski, ciernie haczykowate lub inne organy pozostające na wierzchołku owocu); zalążnia (*e*) jednak rozrasta się i staje się soczystszą; potem dopiero u niektórych roślin ta zalążnia znów się zsucha i drzewnieje, tworząc suche i twarde owoce, lub rozrasta się i mięśniej jeszcze bardziej, tworząc owoc soczysty. W tymże czasie wszystkie inne części kwiatu: pręciki (rys. 235, *c*), korona (*b*), kielich (*a*), opadają, tak, że na szypułce w miejsce kwiatu pozostaje tylko owoc, zawierający w sobie nasiona.

Niekiedy tylko pozostają niektóre części kwiatu, najczęściej kielich, tworząc pod owocem t. zw. szupinkę; taka pozostająca część kwiatu czasami rozrasta się jeszcze bardziej. Wiecie np., że orzech leśny otoczony jest dwoma listkami; podobnie listki, jeszcze dłuższe, ma owoc grabu i niektórych innych roślin. Są to właśnie pozostałe części kielicha, a więc szupinka; miseczka, w której osadzona jest żołądź, (a którą w botanice także miseczką nazywamy), jest również pozostałością kielicha (rys. 239). Przy kwiatkach kwiatów złożonych, np. brodawnika, chabru i innych, kielich, jak wiemy, jest włoskowaty (rys. 192); jest to kielich trwały, pozostający przy owocu i tworzący owe włoski, któremi owoce tych kwiatów są upierzone, a wskutek których są łatwo roznoszone wiatrem. Takie owoce, przy których jakaś część kwiatu jeszcze pozostaje i tworzy dodat-



rys. 239.

kowy organ owocu, nazywają się owocami szupinkowatymi. Ale poznawszy, w jaki sposób owoc i nasiona powstają, musimy jeszcze obeznać się lepiej z rodzajami tych organów i ich przeznaczeniem.

XXVIII. Owoc, jego przenoszenie, mimetyzm; budowa i rodzaje owoców.

Owoc, jak wiemy, jest to narząd rośliny, tworzący się z zalążni słupka po zapłodnieniu się w niej zalążków, i zawierający w sobie nasiona, które ochrania od wpływów zewnętrznych. Po dojrzeniu, owoc z rośliny najczęściej sam opada. Weźcie jakikolwiek owoc i przyjrzyjcie się miejscu, w którym niegdyś był on osadzony na szypułce; w tem miejscu jest bowiem na każdym owocu znaczek widoczny; a na przeciwnym końcu owocu znajdziemy bliznę, pozostałą po odpadłej szyjce słupka, lub po kilku szyjkach (w jabłku np. oba znaczki są bardzo widoczne, czarna gwiazdka jest szczątkiem szyjek zeschniętych i zwędłych). Wiemy już, że dla lepszej ochrony od wpływów zewnętrznych, niektóre owoce są pokryte nazewnątrz woskiem (śliwki, czarne jagody i t. d.), włoskami i t. p.

Owoce bywają u rozmaitych roślin najrozmaitszej wielkości, postaci i składu. Jedne owoce są tak drobne, że zaledwie dają się dostrzedz, inne znów dorastają wielkości głowy ludzkiej, lub bywają jeszcze znacznie większe; jedne są kształtu kulistego, inne są owalne, jajowate, walcowate, nawet trójgra-

niaste (np. owoce gryki), lub nieforemne, śrubowato skręcone i t. d. W jednych owocach powierzchnia jest zupełnie gładka, w innych pomarszczona, usiana brodawkami, kolcami, haczykowatymi cierniami, lub włoskami; często bywa porysowana wystającymi nerwami lub brózdkami w siatkę i inne wzory. Często owoc opatrzone jest rozmaitemi dodatkami na powierzchni, szupinkami, stanowiącemi pozostałość jakiejś części kwiatu, najczęściej kielichem, wyrastającym w listki długie lub włoski, ułatwiające przenoszenie się owocu przy pomocy wiatru, albo szyjką słupka, wydłużoną w kolec i t. d. Niekiedy sam owoc wydłuża się listkowato w błonkę, jakby w skrzydełko, wskutek czego również łatwiej bywa owoc taki unoszony wiatrem; takie owoce nazywamy skrzydlakami; wydaje je np. wiąz, jesion i t. d.; znane są także wszystkim podwójne skrzydlaki klonu (rys. 240).



rys. 240.

Barwa owoców bywa także u różnych roślin rozmaita, czasami bardzo jaskrawą i zarówno jak wielkość, postać, szupinki, skrzydełko, włoski i ciernie przyczynia się do łatwiejszego przenoszenia się owoców i wyzwala z nich nasion. Roślinom zależy bowiem na rozprzestrzenieniu swych nasion na znaczne przestrzenie i w tym celu rozsiewają już same owoce zawierające te nasiona.

U jednych roślin owoce przenosi wiatr, już to wskutek ich drobnych bardzo wymiarów a tem samem ich lekkości, już to wskutek tego, że są pokryte gęsto długimi włoskami, listkami lub wydłużone

w skrzydełka, co wszystko znacznie zwiększa ich wielkość, nie zwiększając prawie ciężaru, tak, że owoce takie łatwiej utrzymują się w powietrzu. U innych roślin owoce przenoszone są prądem wody rzecznej lub morskiej, lub przenoszą je zwierzęta, których szerści czepiają się owoce swemi haczykowatemi cierniami i t. d.

Jak kwiaty zwabiają ku sobie owady barwnością i okazałością swych koron, tak i jaskrawe barwy owoców mają na celu przywabienie istot żywych, zwłaszcza ptactwa, które również uczestniczy w przenoszeniu owoców, a właściwie nasion. Takie jaskrawej barwy owoce są najczęściej soczyste i pożywne, ale zawarte w nich nasiona otoczone są twardą skorupą, czyli pestką, jak to widzicie np. w wiśniach, śliwach i t. d.; ptak, tak jak i człowiek, łatwo skusić się daje ponętą barwą wiśni, chwytą ją i ulla-tuje, owoc zjada, ale pestki, tak samo jak człowiek, połknąć nie może i wyrzuca ją, a choć niektóre żarłoczniejsze ptaki, jak i nieostrożni ludzie, pestki połkają, to jednak ani ludzki, ani ptasi żołądek twardej pestki strawić nie może i musi ją napowrót wydzielić.

Tak to nieraz owoce uciekają się do pomocy ludzi i ptactwa i do różnych innych środków, aby wydzielić zawarte w nich nasiona i przenieść je w różne strony. Niektóre rośliny uciekają się nawet w tym celu do podstępu; wydając owoce niepożywne, czasami nawet trujące, nadają im kształt, czy też barwę owoców jadalnych; młode niedoświadczone ptaki, oszukane tymi pozorami, chwytają w przełocie takie owoce, a spostrzegłszy wkrótce pomyłkę,

porzucają je wprawdzie, ale zawsze już na pewnej odległości od rośliny, która je wydała, na czem właśnie roślinom głównie zależy. Tak samo niektóre rośliny (jak to już widzieliśmy np. w pszenicu łakowym) czynią z nasionami lub innymi narządami, których barwa, postać i inne zewnętrzne cechy są podobne do organów innych istot, w celu zapewnienia sobie pomocy zwierząt lub uchronienia się od napasli. Takie podstępne podszywanie się pod cechy innych zupełnie organów, nazywamy naśladownictwem lub mimetyzmem. Mimetyzm jest bardzo powszechny zarówno u roślin, jak i u zwierząt; liszki np. i owady żyjące na liściach, mają często barwę liścia, aby nie zostać dojrzanymi przez ptaków, czy innych nieprzyjaciół, godzących na ich życie.

Jak wszystkie cechy roślin, tak i postać czy barwa owoców, tak wreszcie mimetyzm i inne własności wytworzyły się drogą przystosowania; owoce, na których wytworzyły się np. włoski lub skrzydełka, łatwiej utrzymywały się w powietrzu i mogły być dalej przeniesione wiatrem, aniżeli nie mające tych cech korzystnych; owoce soczyste i jaskrawiej zabarwione łatwiej były dostrzegane i porywane przez ptactwo, a nasiona takich owoców, przenoszonych czy to przy pomocy wiatru, czy ptaków, czy innym sposobem w różne strony na znaczne odległości, łatwiej znajdowały odpowiedni do kiełkowania grunt, aniżeli nasiona, padające tuż przy roślinie macierzystej, która już pokarm z ziemi wyczerpała, i przeskadzające sobie wzajemnie w zdobyciu pożywienia i światła; potomstwo więc rośliny, mającej takie pożyteczne cechy, jak np. włoski czy skrzydełka na

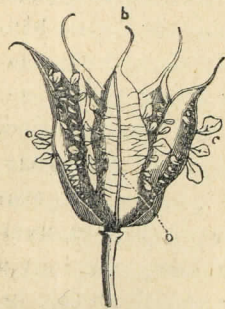
owocu, lub owoce jaskrawej barwy i t. p. było liczniejsze i trwalsze od potomstwa roślin nie mających tych cech i coraz bardziej utrwalało ten gatunek roślin.

Ponieważ owoc powstał ze słupka, a słupek jest tylko pewną zmienioną postacią liścia, przeto naturalnem jest, że budowa owocu jest podobną do budowy liścia. Wiemy, że w kwiatach nagonasiennych nie ma słupka, lecz tylko niezrośnięty brzegami owocolistek, choć w niektórych nagonasiennych jest ten owocolistek wyraźnie zwinięty do-



rys. 241.

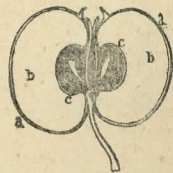
koła zalążków; tak samo między okrytonasiennymi są rośliny, których słupki niezupełnie również okrywają dokoła zalążki (rys. 241 b), zwłaszcza widzimy to w niezupełnie wykształconych kwiatach (rys. 242), tak, że między zwykłym rozwiniętym owocolistkiem, a słupkiem, mamy w roślinach stopniowe przejścia, to też owoc ma wszystkie własności liścia. Każdy liść otoczony jest nazewnątrz górnym i dolnym naskórkiem, a wewnątrz liścia pomiędzy naskórkami wypełnione jest tkankami mięksizu.



rys. 242.

Weźmy sam owoc bez nasienia, czyli jak to nazywają nasiennik, który właśnie powstał ze słupka czyli zmienionego liścia, a łatwo zauważymy w nim te same 3 części (rys. 243): na zewnątrz cały owoc pokryty jest naskórkiem (a), dalej leżą tkanki mię-

kiszu (b), a wreszcie wewnątrz owocu (c) wysłane jest znów drugim naskórkiem (w jabłku np. ten drugi naskórek, otaczający pestki jabłka czyli nasiona, jest żółty i skórkaty). Wiemy już jednak, że te trzy części w niektórych owocach są cienkie i suche, tworząc wspólnie jedną jakoby tylko skórkę, często cienką i zrastającą się z nasieniem, jak to widzimy np. w ziarnach zbóż i traw, których cienka skórka jest całym owocem, czyli nasiennikiem, a cała zawartość ziarna jest nasieniem zrastającym się z tą skórką (pod mikroskopem jednak widzimy, że ta skórka składa się z 3-ech tkanek); takie owoce nazywamy ziarnami. Często też nasiennik drzewnieje, jak to widzimy np. w orzechu laskowym i zawiera również jedno nasienie, ale nie zrosłe z nasiennikiem; nazywamy takie owoce orzechami i t. d. W takich zaś owocach jak np. gruszki, śliwki i t. d. mięksiz jest soczysty i rozrosły.



rys. 243.

Zależnie więc od tego, jaką jest ta środkowa mięksizowa część owocu, można podzielić wszystkie na 2 rodzaje t. j. na owoce suche i owoce mięsiste.

Pomiędzy owocami suchymi niektóre odznaczają się tem, że dojrzawszy pękają wzdłuż lub w poprzek w różny sposób, poczem nasiona w nich zawarte wysypują się z owocu; inne nie pękając spadają z rośliny i leżąc w ziemi zostają rozerwane przez wewnętrzne naprężenie wywarte wsiąkającą w nie wodą, lub wprost gują w ziemi i dopiero w ten sposób nasiona się z nich wyzwala. Wsku-

tek tego owoce suche podzielić można jeszcze na pękające, czyli rozłupnie i niepękające czyli niełupki.

Ważniejsze z owoców suchych pękających są następujące: 1) Strąk, pękający wzdłuż na dwie połowy czyli łupiny; nasiona siedzą na sznureczkach wzdłuż brzegów tych łupin (244); takie owoce wydają rośliny z koronami motylkowemi, np. groch, bób, wyka, akacya i t. d. 2) Łuszczyna (rys. 245), również pękająca wzdłuż na dwie części całkowicie się odchylające lub odpadające, poczem jednak pozostaje zawsze cienka błonka, która przegradzała te dwie połowy owocu i na której właśnie siedzą nasiona, podczas, gdy w strąku takiej przegrody nie ma wcale; takie łuszczyny są zwykle podługne, jak strąki, krótkie zaś okrągławe nazywamy zwykle łuszczynkami (rys. 246); łuszczyny i łuszczynki wydają wszystkie prawie rośliny, mające koronę krzy-



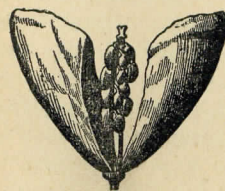
rys. 244.



rys. 245.

żową i czterosilne pręciki np. lak, gorczyca, tasznik i t. d. 3) Mieszek (rys. 247), pękający wzdłuż szwu, ale z jednej tylko strony, poczem nieco się rozchyła w kształcie liścia; zwykle kilka takich owoców na wierzchołku szypułki tworzą jeden owoc złożony; takie owoce ma np. jaskier, tojad, piwonia, kaczyniec i in. 4) Torebka (rys. 248) pęka na kilka części lub rozdziela się u góry na kilka ząbków, jest to bowiem owoc powstały z kilku owocolistków i jest wskutek tego u niektórych roślin i wewnątrz podzielony przegródkami na kilka komór; owoce takie wy-

daje kąkol, goździki, lilie, tulipany, lwia paszcza, fiołek i inne. W główce maku (rys. 249) stanowiącej również torebkę, pod daszkiem powstałym z rozwiniętych znamion, tworzą się szparki w postaci litery U; powstałe w ten sposób ząbki odchylają się, a z otworków wysypują się nasiona we wszystkie strony, gdy wiatr główkami maku porusza.



rys. 246.



rys. 247.



2

5) Słoik pęka szparą poprzeczną, zrzucając górną część, stanowiącą jakby przykrywkę, jak to dobrze widać w owocach kurzyśladu (rys. 250 i 251), szaleju (rys. 252) i in. Części niektórych pękających owoców skręcają się śrubowato, np. łupiny strąków niektórych roślin motylkowatych; owoce bodziszek (Geranium) pękają wzdłuż od dołu na 5 części wnet zakręcających się ku górze i wyrzucających nasiona (rys. 253); tak samo pęka na 5 części owoc niecierpka (Impatiens) (rys. 254) za dotknięciem, co tej roślinie właśnie nazwę niecierpka nadało, lecz części odchylają się i skręcają raptownie śrubowato rozrzucając z siłą nasiona na znaczną odległość.



rys. 248.



rys. 249.

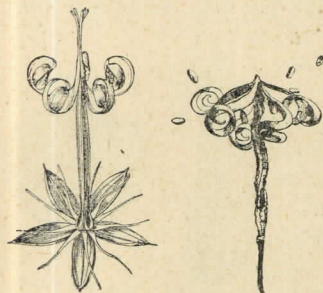
Siła pękania jest u wielu roślin bardzo znaczna, owoc np. spręży elastycznej (Siphonia elastica) z której otrzymujemy kauczuk lepszy aniżeli z soku mlecznego figusów, o których mówiliśmy, przy pękaniu wydaje huk podobny do wystrzału z broni palnej; owoc ten pęka z taką siłą, że rozrywa nawet drut, którym go obejmujemy.

Do owoców suchych nie pękających, należą wzmiankowane już formy owoców: 1) Ziarno złożone z cieniłego nasiennika zrosłego z jedynym nasieniem (rysunek 238). 2) Orzech czyli ziarniak, gruby zdrzewniały nasiennik nie zrosły z jedynym również nasieniem. 3) Skrzydlak, stanowiący orzech, którego nasiennik jest wydłużony i cienki, tworząc dokoła owocu lub



rys. 250. rys. 251. rys. 252.

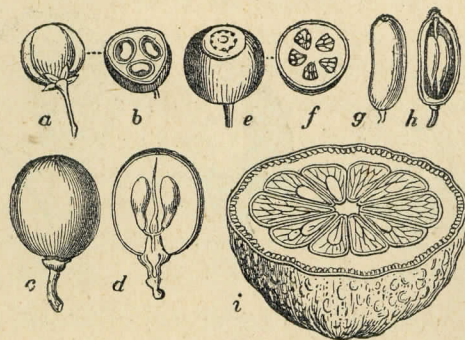
z jednej tylko strony cienką błonkę (skrzydełko) (rys. 240). Owoce mięsiste, zależnie od postaci wewnętrznej błonki otaczającej nasiona, a wytworzonej z zewnętrznego naskórka owocolistka, stanowiącego słupek, rozdzielamy również na 2 rodzaje. Jeżeli błonka jest cienka i miękka nazywamy owoc wogóle jagodą (rys. 255), jeżeli jest twarda, zdrzewniała, czyli tworzy pestkę, owoc nosi nazwę pestkowca. Jagodami są więc owoce takie jak jabłko, gruszka, pomarańcza, cytryna, dynia, arbuz,



rys. 253. rys. 254.

ogórek, migdał (wraz z zielną lupiną, która właśnie jest owocem), czarna jagoda, grono winne i t. d. W pomarańczy (rys. 255 i) pod zewnętrznym cienkim naskórkiem leży biała nie bardzo soczysta i nie bardzo gruba warstwa, tworząca właśnie ową drugą mięsistą część, właściwą wszystkim owocom mięsistym; w poczynającym się wytwarzać owoc pomarańczy powstają w tej części obszerne puste przestrzenie, pokryte wewnątrz włoskami; te włoski rosną, stają się coraz bardziej soczyste i wreszcie wypełniają całkowicie owe przestrzenie; w ten sposób powstają w owej części owocu znane wszystkim komory, zawierające sok pomarańczy. Tak samo jest w cytrynie; lecz w innych owocach mięsistych komory takie się nie tworzą. W jabłku (rys.

243) mamy np. tylko zewnętrzną cienką skórkę (a), powstałą z zewnętrznego naskórka, dalej gruby mięsisty mięsacz (b), jak w każdym owocu mięsistym, bez komór, dalej wewnętrzną błonkę (c) otaczającą nasiona (d), ponieważ ta trzecia błonka jest skórzasta, dość twarda, możnaby więc jabłko uważać poniekąd za formę pośrednią pomiędzy jagodą i pestkowcem. W gruszcze takiej błonki niema ale w mięsisku dokoła nasion rozrzucone są twarde cząstki, które także czujemy, spożywając gruszkę, a które są wielkimi zdrzewniałymi komórkami, lub niektóre, zbiorem zdrzewniałych komórek; wygląda to tak, jakgdyby gruszka posia-



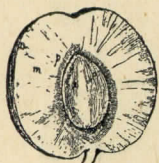
rys. 255.

dała wewnątrz niegdyś twardą, zdrzewniałą pestkę, która z czasem zanikła, ale jeszcze nie zupełnie, gdyż niektóre jej pojedyncze komórki, jak widzimy, pozostały, stanowią więc szczątkową pozostałość: można przeto gruszkę uważać za pestkowiec, którego pestka znajduje się w stanie zaniku, tworząc z pestkowca już jagodę.

Do pestkowców zaliczamy owoce, takie jak wiśnia, śliwka, brzoskwinia, morela i t. p. W tych owocach również łatwo odróżnić wszystkie 3 części nasiennika: zewnętrzną cienką skórkę (rys. 256 n), otaczającą drugą po za nią leżącą mięsistą i soczystą część (m), po za którą znów leży trzecia (p), sucha, twarda, i zdrzewniała część czyli pestka;

z tego widzimy, że pestka nie jest częścią nasienia (z) (które leży w niej oddzielnie i posiada swoje błonki), lecz należy do owocu.

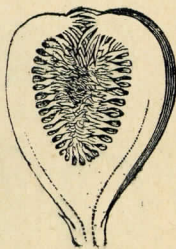
Zwrócić tu należy uwagę, że potocznie nazywają też fałszywie owocami niektóre inne części rośliny. Tak np. poziomkę (rys. 257) uważają niesłusznie za owoc i nazywają „jagoda”, podczas, gdy jest to tylko zmięśniały wierzchołek szypułki (osadnik czyli dno kwiatowe) na którym siedział kwiat z licznymi słupkami; gdy słupki poczęły zamieniać się w owoce, a kwiat



rys. 256.



rys. 257.



rys. 258.

przekwitł, osadnik ten rozrósł się i zmięśniał; owocami zaś rzeczywistymi poziomki są owe suche ziarna (orzechy) siedzące na tej mięsistej części (rys. 257 z). Tak samo jest i figa (rys. 258) tylko zmięśniałym osadnikiem; lecz osadnik poziomki jest wypukły, a osadnik figi wklęsły, a kwiaty i potem owoce siedzą na wklęsłej jego powierzchni; gdy osadnik figi mięśnieje i rozrasta się, otacza on dokoła te owoce, które również są drobnymi orzechami. Ani poziomki przeto, ani figi owocem nazywać nie należy.

XXIX. Nasienie, jego skład; kiełkowanie.

Nasienie, z wyjątkiem nasion niewielu roślin t. zw. nagonasiennych, znajduje się wewnątrz owocu i powstaje, jak wiemy, z zapłodnionego zalążka; stanowi ono początek nowej rośliny, otoczony zapasem pożywienia, mogącego starczyć na pewien czas, początek, mający wszystkie własności macierzystej rośliny, w której się wytworzył, i mogący się w odpowiednich warunkach w taką samą roślinę rozwinąć. Gdy nasienie dojrzeje, a czasami i wcześniej, wydobywa się ono z owocu, czy to wskutek tego, że owoc pęka i nasienie wypada, czy też, że w owocu powstają szpary, przez które nasienie może wykiełkować, czy wreszcie, że owoc gnieje lub zostaje zjedzony przez zwierzęta; czasami tylko może nasienie kiełkować pozostając w owocu na macierzystej jeszcze roślinie, jak to widzieć niekiedy na naszych zbożach, na czas nie sprzątniętych, gdy dżdżysty czas i ciepło pobudza ziarno w kłosach jeszcze do kiełkowania, przez co ziarna zbóż tracą swoją wartość pożywną dla ludzi (t. zw. zboże porosłe).

Na nasieniu dostrzedz można łatwo bliźnę, często barwy odmiennej, aniżeli barwa całej powierzchni nasienia; bliźna ta stanowi miejsce, w którym zalążek a potem nasienie było przyrosłe do sznureczka, przyrosłego drugim końcem do ścianki słupka; bliźnę tę nazywamy *znaczkiem*. Nasiona bywają u rozmaitych roślin wogóle różnej wielkości, postaci i barwy i posiadają bądź zupełnie gładką powierzchnię, bądź porysowaną w bródki lub żyłki wystające,

pokrytą brodawkami (rys. 259), włoskami (rys. 260, 261), cierniami, czasami wydłużoną w skrzydełko błonkowane, jak to widzieliśmy w nasionach drzew iglastych (rys. 185) i t. d. Pod tym więc względem postać, wielkość zabarwienie i dodatkowe części nasion są przystosowane do łatwiejszego przenoszenia się na pewną odległość, tak jak i owoce, a nawet w wyższym jeszcze stopniu, roślinie bowiem zależy wyłącznie na możliwie rozległym rozsiewaniu swych nasion. Gdyby bowiem wszystkie nasiona rośliny padały w jedno miejsce, nie mogłoby dla wszystkich starczyć pożywienia, wilgoci i światła, wszystkie walczyłyby z sobą i z rośliną macierzystą, pod którą



rys. 259.



rys. 260.



rys. 261.

padły, o te konieczne warunki życia, wszystkie by sobie we wzroście przeszkadzały, zasłaniałyby sobie wzajemnie światło, jedne drugą zabierałyby z ziemi pożywienie, które zresztą wyczerpane już zostało przez roślinę macierzystą i wszystkie, a przynajmniej większość ich musiałaby zginąć, a pozostałe wiodłyby żywot niedołężny, skarłowaciały. Jak w roznoszeniu owoców tak i nasion pośredniczy głównie wiatr, a także woda i zwierzęta.

W naszych czasach jednym z najważniejszych pośredników w roznoszeniu nasion stał się człowiek, który nie zadawalnia się płodami swego kraju, lecz sprowadza je z różnych stron świata, zwłaszcza rolnicy, sadownicy i ogrodnicy sprowadzają i napowrót

rozsylają w różne strony nasiona rozmaitych zbóż, warzyw, drzew owocowych, nasiona, służące do przetworów technicznych, do otrzymywania oleju, przędz, barwników i t. p., zaprowadzają najrozmaitsze plantacje roślin lekarskich i przemysłowych przedtem nie rosnących w tym kraju; w ogrodach botanicznych i parkach zasiewają i zasadzają rośliny sprowadzone z najodleglejszych stron, a wraz z umyślnie przesyłanymi nasionami przewożą też znaczną ilość roślin dziko rosnących, których nasiona zaskradają się same pomiędzy nasiona roślin użytecznych; w każdym worku zboża np. znaleźć można mnóstwo nasion rozmaitych chwastów, w zbożu rosnących; do pak towarów różnych rozchodzących się w różne strony świata za pośrednictwem poczt, kolei, statków i okrętów czepiają się nasiona najrozlicniejszych roślin dzikich. To też gdzie tylko na powierzchni ziemi lub w jej wodach znajdzie się choćby najmniejsze wolne miejsce, przedstawiające jakiekolwiek warunki dogodne dla wzrostu roślin, wnet zostaje ono pokryte mnóstwem nasion i zarodników, przyniesionych wiatrem, wodą, zwierzętami lub ludźmi; wiele z tych nasion, nie znajdując tu odpowiedniego gruntu, ginie, większość zaś innych lubo poczyną kiełkować, ginie wkrótce również w współzawodnictwie z pozostałymi, które przystosowane do danych warunków rozwijają się i pokrywają wkrótce sobą wolne przedtem miejsce i dopiero gnijąc po śmierci ustępują miejsca innym, często odmiennym już roślinom, dla których one odpowiedni grunt przygotowały.

Nasiona niektórych roślin oddzielają się od rośliny

ny macierzystej jeszcze nie dojrzałe i nie mogące kiełkować; muszą one leżeć jeszcze przez czas pewien, zanim staną się zdolne do kiełkowania; większa część nasion może jednak kiełkować odrazu, jeżeli tylko znajdzie odpowiednie warunki, a więc czas ich kiełkowania może zależeć od pory roku i miejsca, w którym leżą. W zimie na otwartym miejscu nasiona nie kiełkują; jedne mogą zacząć się rozwijać już wczesną wiosną, inne w późniejszym dopiero czasie. Jeżeli warunki nie sprzyjają, nasiona wielu roślin mogą leżeć, nie kiełkując przez czas długi, zachowując przytem zdolność kiełkowania przez tygodnie, miesiące, lata całe, nawet niekiedy dziesiątki lat.

Ta żywotność nasion jest jednak dość ograniczona i w nieprzyjaznych warunkach, po pewnym czasie, u nasion jednych roślin już po kilku dniach, lub tygodniach, w innych—po upływie miesięcy lub lat wielu, zanika wreszcie zupełnie zdolność kiełkowania, nasiona umierają. W grobowcach piramid egipskich znaleziono ziarna pszenicy, które przeleżały tam tysiące lat (jeden gatunek pszenicy, o którym fałszywie sądzą, że został otrzymany z tych nasion, nosi nawet nazwę „pszenicy mumijskiej”); mniemanie jakoby te ziarna wydobyte z piramid, zachowały zdolność kiełkowania, o czem nieraz zdarza się słyszeć (a nawet w podręcznikach czytać), jest błędne, żywotność nasion bowiem przez tak długi czas zachowaćby się nie mogła i jak doświadczenia wykazały, nasiona owe już do kiełkowania nie są zdolne. Nasiona naszych zbóż tracą zdolność kiełkowania już po 10–12 latach, a żyto zdolności tej zachować nie może nawet dłużej nad dwa lata.

Nasienie otoczone jest na zewnątrz suchą okrywą, czyli skórą, powstałą z rozrosłych i następnie zeschniętych osłonek zalążka; z tego powodu okrywa ta składa się najczęściej z dwóch błon, często różnej barwy i dających się łatwo od siebie oddzielić (jak to widzieć dobrze można np. na nasionach cytryny) częściej jednak zrosłych z sobą zupełnie. Jądro nasienia składa się z mnóstwa komórek, w których nagromadzone są zapasy pożywne, najczęściej w postaci skrobi, i które stanowią tak zwane bielmo; wewnątrz bielma leży najważniejsza część nasienia—zarodek, czyli młodociany początek nowej rośliny wraz z liścieniem lub liścieniami. Często, zwłaszcza u roślin dwuliściennych, bielma niema (rys. 262), gdyż liścienie (*l*, *l*), tworzącego się zarodka już go wyssały i wówczas całe wnętrze nasienia pod skórą zajmuje tylko mały zarodek z dużymi grubymi liścieniami, kryjącymi w sobie zapasy pokarmowe; takie nasiona nazywamy bezbielmowymi. Bielmowe zaś nasiona mają czasami bielmo wielkie (rys. 263 B), wówczas liścienie są szczupłe, lub też odwrotnie zaledwie cienką warstwę bielma pod skórą, podczas gdy liścienie za to są grube. Gdy nasiona lnu (czyli t. zw. lniane siemę), włożymy na czas krótki do wody, wówczas pęcznieją one jak wiadomo i stają się bardzo lepkie i śliskie; ta lepka masa jest właśnie bielmem, które znajduje się pod skórą nasienia w niegrubej warstwie, otacza-



rys. 262.



rys. 263.

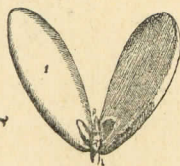


rys. 264.

jącej zarodek z liścieniami (rys. 264 b). Biała masa, jaką widzimy w ziarnach zbóż, gdy je przełamamy, stanowi także bielmo (rys. 238 B), które w ziarnie zboża zajmuje znaczną część, podczas gdy zarodek jest drobny (rys. 238, z); to bielmo składa się z komórek wypełnionych przeważnie skrobią. W nasionach niektórych roślin, np. w daktylu, kawie, bielmo jest nadzwyczaj twarde, rogowe, a w nasionach pewnej palmy, zwanej z tego powodu słonioroślą (*Phytelephas macrocarpa*), bielmo ma twardość i barwę t. zw. kości słoniowej, tak, że wiele wyrobów (np. spinki, guziki, rączki do lasek i parasoli) wyrabiają się z nasion tej rośliny i uchodzą za wyroby z kości słoniowej (od których można je odróżnić tylko chemicznym sposobem, puściwszy mianowicie na nie krop-



rys. 265.



rys. 266.



rys. 267.

lę kwasu siarczanego, pozostawiającego na nich czarną plamę, jak na drzewie i innych roślinnych materiałach, podczas

gdy prawdziwa kość słoniowa od kwasu siarczanego nie czernieje).

Zarodek każdego nasienia stanowi jak wiemy, zaczątek nowej rośliny i składa się z kielka (rys. 264 k), czyli zaczątku korzenia, otoczonego na końcu czapeczką i zwróconego ku skórcie nasienia, dalej z króciutkiej łodyżki, zakończonej pączuszką (rys. 264 p), z którego rozwinie się pęd i z jednego lub dwu liścieni (l), wyrastających z łodyżki (kilka

liścieni, jak wiemy, mają tylko nagonasienne rośliny rys. 184; porównaj te same części w nasieniu migdała, rys. 265 i 266 w nasieniu bobu rys. 267, które nie mają bielma wcale); z tego powodu odróżniamy rośliny jednoliścienne i dwuliścienne.

Wiemy już, że aby nasienie mogło kiełkować, konieczne są następujące warunki: 1) wilgoć, 2) odpowiedni stopień ciepła i 3) powietrze; wszystkie te 3 warunki działać muszą na nasienie jednocześnie; dla dalszego zaś życia i rozwoju kiełkującej z nasienia rośliny potrzebne są jeszcze: odpowiedni zapas pożywienia, mineralnego (lub organicznego) i światło słoneczne.

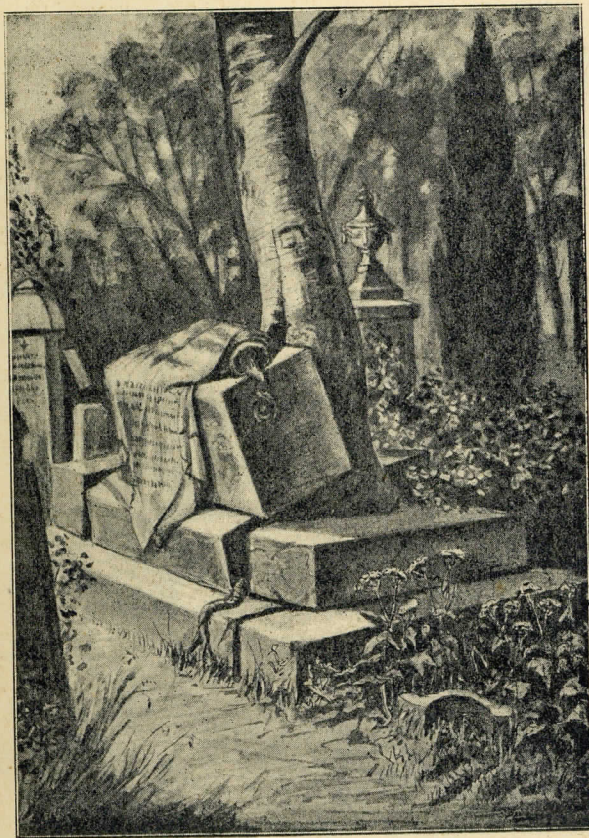
Znaczenie wszystkich tych czynników już poznaliśmy poprzednio.

Woda wsiąka w nasiona przez skórę, ciała organiczne w nasieniu wskutek tego pęcznieją, powiększają się, cisną na skórę, rozciągają ją i wreszcie zwykle rozrywają. Ta siła pęcznienia jest tak wielka, że nasiona znacznie powiększają swą objętość. Gdybyśmy naczynie, np. garnek, napełnili grochem, poleli wodą i przykryli przykrywką, to pęczniejące ziarna podniosą przykrywkę, nawet wtedy, gdybyśmy na nią nałożyli znaczny ciężar; kości czaszki ludzkiej lub zwierzęcej są tak silnie z sobą spojone, że aby je rozebrać, trzeba użyć nieraz znacznej siły, w tym celu anatomicznie napełniając czaszkę pęczniającym grochem, który powiększając się coraz bardziej, ciśnię na kości i rozluźnia je. Pęcznienie stanowi pierwszy ważny skutek działania wody wsiąkającej w nasiona; dalej wiemy, że woda wraz z ciepłem działa na fermenty, znajdujące się w nasieniu i pobudza ich czynność. Diastaza, mogąca zamienić skrobię w cukier, znajdującą się w ziarnach jęczmienia i innych nasionach pozostaje zupełnie bezczynną i leży obok skrobi nie zmieniając jej wcale, dopóki woda i ciepło nie pobudzą jej do działania. Pod wpływem tych dwóch czynników zaczyna dopiero działać na skrobię, czy inne wodany węglę i zamienia je w ciała rozpuszczalne, w cukier gronowy; jest to druga ważna czynność wody. Powstający ze skrobi cukier

rozpuszcza się w wodzie wsiąkającej do nasienia i wraz z tą wodą wsiąka dalej w zarodek, do którego nie mógłby się dostać, nie rozpuściwszy się przedtem w wodzie, co stanowi trzecią ważną czynność wody, pobudzającej nasienie do kiełkowania.

Dopóki nasienie spoczywa w suchem miejscu, złożone w jego bielmie czy liścieniach pokarmy pozostają zupełnie nieczynne, nagromadzone są w postaci ciał stałych i niełatwo podlegają zmianie, najczęściej nagromadzone są w postaci skrobi i dopiero gdy zaczną działać na nie woda, ciepło i ferment zamieniają się w inne ciała, najczęściej w cukier gronowy, które mają się w wodzie rozpuścić i wraz z wodą wsiąknąć w zarodek; dla tego to w suchem miejscu mogą nasiona leżeć przez lata całe, nie kiełkując, podczas gdy w ciepłej wodzie wnet poczynają kiełkować. Jedynym pożywieniem, jakie zarodek kiełkującego nasienia pobiera, jest, jak widzimy, prócz wody tylko to pożywienie, które zostało dla zarodka zawczasu przez macierzystą roślinę nagromadzone w bielmie lub liścieniach nasienia, i które w chwili gdy je zarodek otrzymuje, ma postać cukru, tak że zarodek w pierwszych chwilach życia nie pobiera ani z ziemi, ani z powietrza żadnego jeszcze pokarmu i żywi się jedynie wodą ocukrzoną, wytwarzającą się w nasieniu i wsiąkającą w zarodek. Otrzymując ciągle tę ocukrzoną wodę, musi się zarodek powiększać, rosnąć i w ten sposób zarodek wyrasta powoli w całą nową roślinę podobną do macierzystej, podczas gdy reszta nasienia zmniejsza się ciągle, gdyż materyały w nasieniu nagromadzone rozpuszczają się wciąż dalej w wodzie i do nasienia wsiąkają. Jednocześnie jak wiemy, nasienie ciągle oddycha, a więc potrzebuje powietrza czystego zawierającego tlen, i dlatego w głębi ziemi lub miejscach, do których powietrze nie dochodzi, nasiona zamierają i kiełkować nie mogą. Gdy zarodek, wskutek wsiąkającej wody z cukrem, rośnie, oddycha on, pobierając tlen i wydzielając dwutlenek węgla; jednocześnie woda wsiąkająca w jego komórki napręża je, zarodek powiększa się coraz bardziej i poczyną wydobywać się z nasienia, na którym skórka wskutek pęcznienia ciał organicznych pęka.

Wiemy już, że i cały dalszy wzrost nawet dojrzałej rośliny, powiększanie się ciągle rośliny, polega właśnie głównie na naprężaniu się jej komórek działaniem wsiąkającej



rys. 268.

wody, co jest znów osobną ważną czynnością wody w roślinie. To naprężenie jest tak silne, że rosnąca roślina może

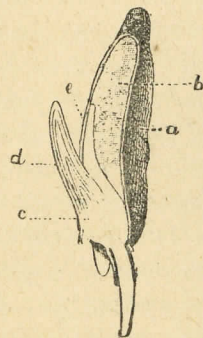
przewyciężyć nieraz znaczne przeszkody; korzenie, zagłębiając się w ziemię rozpychają ją, a często rozsuwają kamienie, wśród których rosnąć muszą. Widziano nieraz, jak rosnące pnie podnosiły i rozsuwały ogromne ciężary. Pień klonu wyrosłego z nasienia, które przypadkiem padło w otwór leżącego na ziemi kamienia młyńskiego, rosnąc w górę i grubiejąc, wypełnił wreszcie otwór kamienia, a rosnąc dalej począł cały kamień podnosić w górę. Na cmentarzach zdarza się, że rośliny wyrastające z nasion wpadłych pomiędzy kamienie nagrobka, rozpychają i rozsuwają ogromne bryły i płyty kamienne, podnosząc je w górę, rozrywając nieraz żelazne wiązary, któremi kamienie były z sobą spojone (rys. 268).

Młody korzonek kielkującego zarodka, przebiwszy się przez skórkę nasienia, rośnie dalej w ziemię, zwracając się pionowo ku dołowi, choć byśmy nasienie włożyli w ziemię tak, że leżałoby zwrócone końcem korzonka ku górze; a rosnąc i rozgałęziając się zrasta się korzonek z ziemią i przytwierdza roślinę do gruntu.

U roślin jednoliściennych łodyżka wypuszcza jednocześnie boczne korzonki; główny korzeń tych roślin zrósłszy się z ziemią i przytwierdziwszy roślinę wkrótce zsyca się i ginie, podczas gdy owe boczne przybyszowe korzonki pozostają i tworzą korzeń wiązkwaty, który również włóśnikami zrasta się z ziemią i pobierać zaczyna z niej pożywienie; w ten sposób wyrosłe już rośliny jednoliściennne mają zawsze korzeń wiązkwaty.

Pączuszek zarodka rośnie jednocześnie z korzeniem, lecz w przeciwnym kierunku, ku górze i wyrastając nad ziemię, tworzy pęd złożony z łodygi, liści i t. p. organów; przytem liście jednoliściennych roślin lub przynajmniej jego wierzchołek tkwi

wciąż w nasieniu (rys. 269 e); wysysając pożywienie z bielma i oddając go kielkującemu zarodkowi, aż do czasu gdy wysie całe bielmo z nasienia, poczem zarówno nasienie jak i liście zsycają się i giną. Pączuszek (rys. 269 d, porów. rys. 238), wyrosły nad ziemię tworzy u roślin jednoliściennych liść zwinięty w rurkę (rys. 270 c), wyrastający z podziemnej łodyżki; na dnie tego zwiniętego listka na wierzchołku łodyżki pozostaje dalej pączuszek, który tylko z boku wydał liść; pączuszek ten rośnie dalej i tworzy znów z boku z drugiej strony taki sam liść młodszy (b), zwinięty w rurkę, wyrastającą z rurki pierwszego liścia; w ten sam sposób z rurki drugiego liścia wyrasta liść trzeci (d), leżący nad pierwszym (liście są bowiem u tych roślin najczęściej naprzemianległe) i t. d. Powoli w miarę jak wyrastać zaczynają następne liście, dolne rozwijają się coraz bardziej, jednocześnie rosną międzywęzła łodygi, wskutek czego liście oddalają się coraz bardziej od siebie, tak, że nad ziemią jest już widoczna łodyga, wydająca z boku liście. Z chwilą gdy korzeń wiązkwaty zrósł się z ziemią i począł pobierać z niej wodę i sole mineralne, a nad ziemię wyrósł pierwszy



rys. 269.



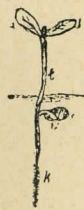
rys. 270.

zielony liść, mogący pobierać kwas węglany i wystawiony na działanie słońca, młoda roślina poczynając już odżywiać samodzielnie, pokarm wyssany z nasienia przestaje przypływać, nasienie i liście zeschłe, gniją i opadają.

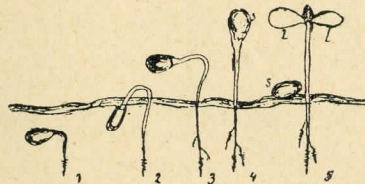
U roślin dwuliściennych korzonek, rozwijający się najczęściej w korzeń rozgałęziony, rośnie również ku dołowi, tylko boczne korzenie rosną zwykle mniej lub więcej ukośnie albo poziomo, często rozpościerają się zupełnie prawie poziomo tuż pod powierzchnią ziemi, wskutek czego taka roślina nie potrzebuje głębokiej warstwy urodzajnej ziemi; w innych roślinach, przeciwnie, korzenie zagłębiają się w ziemię znacznie. Jednocześnie łodyżka rośnie w górę, zgięta zwykle w postaci szpilki podwójnej (rys. 271_{2,3}), gdyż tym sposobem łatwiej wydobywa się z ziemi, i pobiera pożywienie z liścieni, które bądź są grube, soczyste, zawierają same pokarm, bądź są szczupłe i wysysają dopiero pożywienie z bielma, ustępując je wnet rosnącemu zarodkowi. U wielu roślin dwuliściennych całe nasienie wraz z liścieniami pozostaje w ziemi (rys. 271) i tylko pączuszek zarodka, wydłużając się w łodyżkę, wyrasta nad ziemię i tam rozwija pierwsze zielone listki, które zaczynają przyswajać z powietrza dwutlenek węgla, przyczem wyczerpane bielmo i liścienie oraz skórka nasienia zysychają się i gniją; u wielu zaś innych roślin dwuliściennych rosnąca w górę łodyżka wynosi nad powierzchnię ziemi całe nasienie (rys. 272_{3,4}), z którego skórka (*s*) opada, a oba liścienie (*l*) rozchylają się i na świetle zielenieją.

Liścienie po zazielenieniu wyglądają jakby liście

(rys. 273), lecz choć są nad ziemią i mają barwę zieloną, łatwo poznać, że są innej postaci, a także że są znacznie grubsze od prawdziwych liści (*A*) tej rośliny i trwają bardzo krótko. Na wierzchołku łodyżki pomiędzy temi liścieniami znajduje się pączuszek, który wydłuża dalej łodyżkę i rozwija z boku liście, kosztem



rys. 271.



rys. 272.

pożywienia, które wciąż z owych zielonych liścieni wsiąka w roślinkę. Wskutek tego liścienie pozabawione materiałów pożywnych, wkrótce się zysychają, a młoda roślina, mająca już korzeń (*C*) rozwinięty i przytwierdzony do ziemi i swoje listki zielone nad powierzchnią ziemi, wystawione na światło, odżywia się dalej samodzielnie, pobierając pokarm z ziemi i z powietrza. Na wierzchołku łodyżki pomiędzy listkami znajduje się wciąż pączek (*B*), który tak samo, jak przedtem rośnie coraz dalej w górę, wydłużając łodyżkę i wydając z boku coraz nowe liście, coraz młodsze i mniejsze, podczas gdy dawniejsze dolne liście powiększają się i rozwijają coraz dalej, aż zakończą wzrost swój zupełnie.

Z chwilą, gdy młoda roślina wyrosła w ten sposób z nasienia, przestała już zeń otrzymywać gotowe pożywie-

nie, przeznaczone tylko na pierwszy czas życia zarodka, dopóki nie wytworzy sobie korzeni i liści, zaczyna sama się odżywiać. Do utrzymania życia



rys. 273.

w roślinach zielonych roznoszą się po całej roślinie przy pomocy wody.

To krążenie wody niezbędnie potrzebne do utrzymania życia rośliny, stanowi znów osobną niezbędną czynność wody w roślinie, zarówno jak i parowanie wody, odbywające się w każdej roślinie, które zarazem podtrzymuje jak wiemy to krążenie, zgęszcza i gromadzi w roślinie coraz większą ilość materiałów pożywnych; gdy woda bowiem z rośliny paruje, ciała w wodzie rozpuszczone, w roślinie pozostają, świeża ilość wody przynosząca nowe ciała rozpuszczone, parując, pozostawia je znów w roślinie i t. d., tak, że ilość ciał pożywnych coraz bardziej w roślinie się gromadzi.

Widzimy z tego, jak rozliczne i ważne znaczenie w roślinie ma woda. Bez jej pomocy skórka nasienia nie pękłaby, zarodek by się z nasienia nie wydobył, zapasy pożywienia w nasieniu pozostałyby w postaci stałej, niedostępnej dla zarodka, pożywienie to, gdyby nawet było rozpuszczalnym cukrem, samo by w zarodek wsiąknąć nie mogło, zarodek i cała roślina nie odżywałyby się, roślina nie mogłaby wytworzyć sobie z dwutlenku węgla pokarmu, a nie będąc napreżana przez wodę, nie rosłaby, nie utrzymywałaby się sztywno, nie przezwyciężałaby przeszkód, wytwarzające się w roślinie pokarmy nie roznosiłyby się po ca-

łej roślinie i nie gromadziły by się w niej w coraz większej ilości i t. d.

Inne jeszcze znaczenie wody dla roślin poznaliśmy już poprzednio i widzimy, że całe życie zawdzięcza roślina głównie i przeważnie wodzie, choć zapominać nie należy, że również żyć by nie mogła bez pożywienia (t. j. rośliny zielone bez soli mineralnych i dwutlenku węgla), bez odpowiedniego ciepła, światła i powietrza niezbędnego do oddychania.

XXX. Klasyfikacja roślin i ich rozpoznawanie.

Poznaliśmy już najważniejsze warunki, powodujące życie wszystkich roślin wogóle. Każda jednak roślina, jak wiemy, ma jeszcze oddzielne, sobie tylko właściwe cechy, swój nieco odmienny sposób życia, swoje czynności i zwyczaje. Aby poznać życie roślin, aby wyciągnąć te ogólne wnioski, które mogą objaśnić, w jaki sposób rośliny żyją, jakie cechy życia są wszystkim roślinom wspólne i jakie są ogólne zasadnicze przyczyny życia, trzeba badać dokładnie i szczegółowo każdą roślinę oddzielnie i porównywać z sobą otrzymane wyniki. Roślin jest jednak na ziemi tak wielkie mnóstwo, iż nie sposób nawet większej części jednemu człowiekowi poznać. To też na te ogólne wyniki, do jakich dochodzimy, składa się mozolna praca badawcza tysięcy ludzi w ciągu wielu pokoleń.

Abym ułatwić sobie rozpatrzenie się w tym ogromnym mnóstwie roślin, aby ułatwić sobie porównywanie ich i porozumiewanie się z sobą badaczów, aby skrócić sobie ich opisywanie i wyraźniej okazać ich

pokrewne cechy i różnice, staramy się, jak to już mówiliśmy poprzednio, zestawić rośliny w grupy i ułożyć je w pewien system. Ponieważ różne typy roślin wytworzyły się stopniowo jedne z drugich, nie może więc być pomiędzy nimi żadnych naturalnych granic i dlatego każdy system musi być, jak wiemy sztuczny; klasyfikacya roślin, jak i każda inna, stanowić będzie tylko ułatwienie dla umysłu ludzkiego, ale bynajmniej nie wyraża naturalnego rozgraniczenia różnych postaci roślinnych, które w rzeczywistości łączą się z sobą rozlicznymi węzłami.

Najbardziej naturalnym będzie taki system, który właśnie przedstawia naturalne pokrewieństwa i stopniowy rozwój roślin.

Z tego, cośmy dotąd mówili, widać, że pierwotne rośliny były bardzo prostego ustroju, bez żadnych organów, a z nich stopniowo z biegiem wieków wytworzyły się coraz bardziej rozwinięte, typowe rośliny kwiatowe. Możnaby dla ułatwienia sobie pracy pamięciowej podzielić więc wszystkie rośliny na bezkwiatowe i kwiatowe, pamiętając jednak, że istotnie pomiędzy temi roślinami naturalnych granic nie ma i ściśle nie umielibyśmy określić, dla czego np. drobnozarodnie skrzypów uważamy za organ niekwiatowy, podczas gdy takież zarodnie sosny, nazywane pylnikami, nadają jej nazwę rośliny kwiatowej.

W tem samem znaczeniu dzielimy dziś rośliny bezkwiatowe na pierworośle, do których zaliczamy wodorosty i grzyby, mające zarodnie jednokomórkowe i organy bardzo prostej budowy, a różniące się od siebie głównie tylko zawartością ciałek zieleni, i na rodniowce, do których zaliczamy mchy

i paprotniki (t. j. paprocie, skrzypy i widłaki), mające wielokomórkowe zarodnie, zawierające jajka i plemniki, czyli rodnie i plemnice. Rodniowce różnią się od pierworośli także i innemi narządami, posiadają już bowiem łodygi, liście, wogóle ciało ich podzielone jest na pęd i korzeń, przyczem jednak mchy są bardziej zbliżone do pierworośli, aniżeli paprotniki, nie mają tak jak paprotniki, wiązek naczyniowych i różnią się jeszcze innemi cechami, o których już mówiliśmy.

Kwiatowe rośliny, jak widzieliśmy, podzielić by można na nagonasienne (do których z naszych roślin należą, jak wiemy tylko iglaste) i okrytonasienne, które ze względu na budowę nasienia i wynikające stąd dalsze różnice podzielić można jeszcze na jednoliścienne i dwuliścienne.

Pamiętacie pewnie, że jednoliścienne odznaczają się nie tylko tem, że posiadają w nasieniu jeden liścień, lecz że łatwo je zawsze od razu poznać na pierwszy rzut oka po wielu cechach, mają bowiem zawsze korzeń wiązkowaty, łodygę najczęściej nierozgałęzioną z wiązkami naczyniowymi również nie rozgałęziającemi się, lecz przebiegającemi wzdłuż całej łodygi; liście mają zawsze siedzące (bezogonkowe) z dużemi pochwami, obejmującemi całą łodygę dookoła, a co najbardziej się w oczy rzuca, że liście są podługne, nie wcięte, całobrzegie z unerwieniem równoległym (tylko palmy mają liście pierzaste i wcięte); nawet kwiaty są u tych roślin charakterystyczne, bo w okwiecie zwykle nie wyróżniony jest kielich od korony, a w ilości członków kwiatu powtarza się liczba 3; znajdziemy bowiem w okwiecie

zwykle albo 3 płatki, albo 2 razy 3, t. j. 6 płatków, tak samo 3, 6 lub 9 pręcików, 3 słupki zwykle zrosłe z sobą. Do tych jednoliściennych roślin należą wszystkie palmy, wszystkie trawy, z których najważniejsze są zboża (pszenica, żyto, jęczmień, owies, kukurydza, proso, ryż, trzcina cukrowa, bambus i wiele innych); dalej wszystkie rośliny liliowate (lilie, cebula, czosnek, szparag, tulipany, hijacynty), storczyki i t. p.

Największą ilość gatunków liczą rośliny dwuliścienne, które zwykle dzielimy na wolnopłatkowe i zrosłopłatkowe; ostatnie różnią się głównie od pierwszych tem, że mają płatki korony dookoła zrosłe, a pręciki najczęściej do korony przrosłe; do tych dwuliściennych należą właśnie wszystkie rośliny kwiatowe z wyjątkiem nagonasiennych i jednoliściennych.

Zestawiając ten podział roślin, otrzymamy taki szemat:

R o ś l i n y	Bezkwiatowe	Pierworośle	{ zielone—Wodorosty. niezielone—Grzyby.
		Rodniowce	{ beznaczyniowe (i bez korzeni) — Mchy naczyniowe (mają korzenie) — Paprotniki (paprocie, skrzypy, widłaki).
Kwiatowe	{	Nagonasienne	— Rośliny iglaste i niewiele innych z krajów ciepłych.
		Okrytonasienne	{ jednoliścienne — Palmy, liliowate, storczykowate, błotne, trawy i t. p. dwuliścienne { Wolnopłatkowe. Zrosłopłatkowe.

Znalazłszy nieznaną roślinę, najczęściej bardzo łatwo na pierwszy rzut oka poznać, do jakiej z powyższych grup należy; dość bowiem zobaczyć, że korona kwiatu jest zrosłopłatkowa lub ma płatki wolne, aby od razu wiedzieć, że należy do jednej z ostatnich 2-ch grup, lub że ma liście podługne, całobrzegie, siedzące, z unerwieniem równoległym, a korzeń wiązkowaty, aby wiedzieć, że jest jednoliścienną, albo zobaczyć, że jest iglastą, a więc nagonasienną. Któż nie odróżni paproci od mchu, grzyba lub wodorostu

Każdą z tych grup dzielą jeszcze na mniejsze grupy, na rzędy, rodziny, rodzaje złożone z gatunków.

Aby jednak ściśle określić gatunek nieznaną zupełnie rośliny, trzeba się już posilkować umyślnie na to sporządzonymi wskazami, uczącami odróżniać rodzaje i gatunki, czyli tak zw. kluczem do określania roślin. W naszym języku nie posiadamy niestety obecnie jeszcze obszernych kluczy, mogących wystarczyć we wszystkich wypadkach ¹⁾, dla początkujących wystarczy jednak zupełnie: prof J. Rostańskiego: „Przewodnik do oznaczania pospolitszych roślin krajowych nasiennych”, Kraków 1906 roku i Fel. Wermińskiego: „Flora Królestwa Polskiego”, Warszawa 1903 roku.

Obeznawszy się więc z systematyką roślin (najlepiej podług dzielka D-ra Rostańskiego) można na początek posilkować się tymi kluczami. Nauka botaniki bowiem nie może być gruntowną, dopóki się nie obeznamy z charakterystycznymi właściwościami oddzielnych roślin, bo ogólne wnioski botaniki wyprowadzone są właśnie z zestawienia i porównywania tych cech szczegółowych.

Znajomość jednak rośliny nie polega też i na poznanie jej nazwy i kształtu organów; roślinę należy skrzętnie badać pod każdym względem, przypatrywać

¹⁾ Najszczegółowszym jest „Flora Polska” Ant. Wawczyńskiego w handlu księgarskim.

się jej życiu naturalnemu, zachowaniu się wobec światła, wilgoci i innych warunków bytu; należy umieć poznawać jej czynności, potrzeby, obyczaje, których wynikiem jest dopiero cała jej postać i budowa.

Może niniejsza książeczka ułatwi to zadanie tym, którzy tą piękną nauką zająć się zechcą; może wskaże im, na co należy w badaniu roślin zwracać uwagę i jak badania prowadzić. Książka jednak sama przez się nauki nie stanowi; badaniu roślin, jak badaniu wszelkich innych ciał i zjawisk w naturze, trzeba się z zamiłowaniem oddać samemu; trzeba się żyć z naturą i pokochać ją, aby ją istotnie rozumieć. Żaden przedmiot, prócz poczęści minerałów, nie jest tak dostępny badaniu jak rośliny, które wszędzie tuż obok siebie mamy, które wszędzie poznawać możemy. Jakże bezmyślni są ci, którzy spędzają lato w otoczeniu żywej przyrody, nie rozumiejąc jej, nie starając się wnikać w jej tajniki, nie zwracając uwagi na jej objawy, które jedynie wyjaśnić nam mogą istotę naszego własnego bytu. O ileż ludzie byliby lepsi, zdrowsi i rozumniejsi, gdyby rozumieli i kochali przyrodę, gdyby poznali jej prawa i stosowali się do nich!



10361

TREŚĆ.

	Str.
Do uczących	5
I. Co to są ciała żywe i martwe? Różnica pomiędzy zwierzętami i roślinami. Czem się zajmuje botanika?	7
II. Znaczenie botaniki. Rośliny pożyteczne i szkodliwe	20
III. Główne narządy roślin	28
IV. Osobnik, gatunek, rodzaj, rodzina; układnictwo. Rośliny zaczątkowe i typowe	41
V. Skład chemiczny roślin (składniki mineralne i organiczne).	55
VI. Skład chemiczny roślin (c. d. pierwiastki i klasyfikacja składników rośliny)	68
VII. Ustrój wewnętrzny roślin. Komórka i tkanki. VIII. Rośliny jednokomórkowe. Różniczkowanie narządów. Walka o byt i przystosowanie	77
IX. Znaczenie wody i gleby. Skład ziemi. Płodnozmian, ugor, nawóz.	99
X. Korzeń i jego kształty. Gromadzenie pokarmów. Budowa i czynności korzenia. Tworzenie się gleby rodzajnej z gruntów jałowych. Najważniejszy pokarm roślin	118
XI. Cechy łodygi. Pąk i jego rozwój (p. też rozdz. XIX). Sadzenie, szczepienie i oczkowanie. Pokrój rośliny. Ulistnienie. Symetria	136
XII. Rodzaje łodyg nadziemnych i podziemnych; ich ustrój wewnętrzny. Wzrost na grubość. Krążenie soków. Narządy przyswajające węgiel	159
M. Heilpern. Cz. II. Pogadanki o tajemnicach przyrody.	175
	33

	<i>Str.</i>
XIII. Liść, jego części i postać. Znaczenie blaszki. Rodzaje liści i ich metamorfoza. Nerwacya . . .	202
XIV. Budowa wewnętrzna liścia i jego czynności; wytwarzanie skrobi; przyswajanie. Fermenty scukrzające i peptonizujące; trawienie. Materyały zapasowe .	220
XV. Rośliny mięsożerne. Pasorzyty; bakteryje; przyczyny chorób zakaźnych u ludzi; środki ochronne.	240
XVI. Saprofityzm; fermentacya i jej znaczenie w gospodarstwie przyrody i w ekonomji człowieka. Symbioza; porosty; komensalizm	259
XVII. Wymiana materyi. Wydzielanie. Oddychanie. Wyziwanie	276
XVIII. Wzrost i jego przyczyny. Sposoby mierzenia szybkości wzrostu roślin.	295
XIX. Trzy stany wzrostu. Naprężenie tkanek. Peryody spokoju	310
XX. Wrażliwość roślin i ich ruchy	320
XXI. Czynniki zewnętrzne i ich wpływ na ukształtowanie roślin	343
XXII. Wpływ jednych organów na wzrost innych. Wpływ uszkodzeń. Wzajemny stosunek roślin . . .	358
XXIII. Powstawanie roślin. Samorództwo. Rozmnażanie. Wegetacyjne sposoby rozmnażania . . .	368
XXIV. Siemiona wodorostów, meków, paproci, skrzypów i widłaków. Kopulacya, koniugacya i zapłodnienie. Zmiana pokoleń	384
XXV. Rozmnażanie nagonasiennych. Następstwo typów roślinnych. Kwiatostany.	408
XXVI. Kwiat, jego części i budowa	425
XXVII. Opylanie, krzyżowanie. Rośliny wiatropylne i owadopylne. Opylanie roślin wodnych. Zapłodnienie	444
XXVIII. Owoc, jego przenoszenie; mimetyzm; budowa i rodzaje owoców	482
XXIX. Nasienie, jego skład; kiełkowanie	493
XXX. Klasyfikacya roślin i ich rozpoznawanie .	507