

Pedagogiczna
Biblioteka Wojewódzka
w Białymstoku

p.5231

FELIKS WERMIŃSKI

CZYTELNIA

BOTANIKA

PODREČZNIK DLA KLAS ŚREDNICH

Z 202 RYSUNKAMI I TABLICĄ BARWNA

WYDANIE PIĄTE, PRZEJRZAŁ I UZUPEŁNIŁ

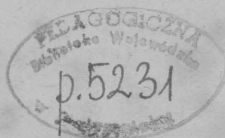
HENRYK BUCZEK

PROFESOR GIMNAZJALNY HISTORJI NATURALNEJ I CHEMJI



1 9 2 0

WYDAWNICTWO M. ARCTA W WARSZAWIE
POZNAŃ, PLAC WOLNOŚCI 7.—LUBLIN, NAMIEŚNIKOWSKA 23.—
WILNO — KSIĘGARNIA STOW. NAUCZYCIELSTWA POLSKIEGO



58(075.3)

PRZEDMOWA DO WYDANIA I.

Podręcznik „Botanika szkolna dla klas średnich” obejmuje roczny kurs botaniki w ilości dwóch godzin tygodniowych. Najwięcej uwagi poświęcono morfologii, anatomii i fizjologii roślin, które dla łatwiejszej podzielności kursu i dla uniknięcia zbyt częstych powtarzań są opracowane oddzielnie. Taki jednak podział wykładu nie jest przeprowadzonym ściśle i przy opisie organów nie unikałem objaśnień ich znaczenia fizjologicznego. W opisie narządów i ich czynności starałem się, o ile można, uwydatnić ich znaczenie biologiczne. Najmniej stosunkowo poświęciłem miejsca botanice opisowej, sądząc, że najwięcej wiadomości z tego działu nabywa się drogą praktyczną przez wycieczki, zwiedzanie cieplarni i osobiste próby określania roślin przy pomocy odpowiednich książek. Przeznaczenie tej pracy — jako środka pomocniczego przy wykładzie nauczyciela — niech wytłumaczy więźność pewnych części, a szczególnie systematyki roślin.

Ponieważ podług nowych programów szkolnych wykład botaniki powinien być poprzedzony krótką propedeutyką fizyki i chemji, przy wykładzie fizjologii przypuszczam, że uczeń ma już pewne pojęcia o ważniejszych pierwiastkach, o kwasach, zasadach i solach, o podziale ciał organicznych, o składzie widma słonecznego i t. p.

W opracowaniu podręcznika, oprócz wielu źródeł innych, w morfologii trzymałem się głównie poglądów przewodnich Goebela, w anatomji i fizjologii starałem się iść w ślad prac Mangin’a i wzorowych podręczników Pałladina, w systematyce, o ile było można, nie odstępowałem zasad, wytkniętych w dziele prof. Wettsteina.

Uprzejmości wydawcy zawdzięczam znaczną stosunkowo ilość rycin, ilustrujących moją pracę.

Warszawa, w lipcu 1902 r.

F. Wermiński.

PRZEDMOWA DO WYDANIA IV.

Mając powierzone przygotowanie do druku IV wydania podręcznika botaniki ś. p. F. Wermińskiego, poza sprostowaniem niedopatrzeń poprzednich wydań, pozwoliłem sobie jedynie rozszerzyć nieco rozdział o składzie chemicznym rośliny. Następnie dodałem cały prawie rozdział o zasadach systematyki roślin, wychodząc z tego założenia, że, jakkolwiek w klasach średnich przeciążać uczniów systematyką roślin nie należy, to jednakże zasady tej dziedziny botaniki powinny im być dobrze znane. Zmieniłem nieco ciekawy, chociaż dość trudny, rozdział o roślinach nagonasiennych, gdzie dodałem dwa nowe rysunki, ułatwiające, moim zdaniem, zrozumienie rzeczy: przecięcie podłużne dojrzałego zalążka świerku i słupka kokoryczki w czasie zapłodnienia.

Warszawa, w lipcu 1918.

Henryk Buczek.

SPIS RZECZY.

Wstęp: Skład organizmu roślinnego. — Komórka. — Podział botaniki.	1
Morfologja. Zasadnicze części rośliny. — Rośliny nasienne. — Narządy odżywiania i rozmnażania — Główne narządy odżywiania. — Włosa. — Korzeń. — Czapeczka. — Łodyga. — Liść. — Plecha.	2—5
Budowa nasienia: Zarodek. — Liścienie, kielek, łodyżka i piórko. — Bielmo.	5—8
Korzeń. — Korzeń główny i korzenie boczne. — Włośniki. — Opilśnia — Postać korzenia. — Korzenie powietrzne i wyciągające. — Przeznaczenie korzenia	8—13
Łodyga. — Stożek wzrostu. — Węzły i międzywęzła. — Ulistnienie. — Postaci łodygi. — Łodygi podziemne. — Gałęziaki. — Wąsy i ciernie	13—20
Liść. Części liścia. — Liście proste i złożone. — Mozaika liści. — Nerwacja. — Liściaki. — Przeobrażenia liści	20—28
Kwiat. Narządy główne i dodatkowe kwiatu. — Okwiat. — Kielich, korona, pręciki i słupki. — Rośliny jednopienne i dwupienne. — Kształt kielicha i korony. — Pręcikowie i słupkowie. — Narys kwiatu. — Kwiaty dolne, okołozalążniowe i górne. — Przeobrażenia części kwiatu. — Opylenie. — Krzyżowanie i samoopylenie	28—43
Kwiatostany. Kwiatostany groniaste i wierzchołkowe. — Kwiatostany proste i złożone. — Przykwiatki kwiatostanów	43—45
Owoc. Skład owocu. — Postaci owocu. — Rozsiewanie nasion	46—50
Bezpłciowe rozmnażanie roślin	51—52
Anatomja. Części składowe komórki. — Postać komórek	53—57
Zaródź	57—58
Jądro.	58
Plastydy. Chlorofil i inne barwniki	58—59
Materiały zapasowe rośliny. Skrobia. — Ciała białkowe	60—61
Kryształy	61—62
Błony komórek. Błonnik, korek i drewno. — Cewki	62—64
Powstawanie komórek. Mitoza i jej kolejne fazy	65—66
Wytwory połączenia komórek. Naczynia. — Rurki sitkowe. — Rurki mlecze	67—69
Przetwory międzykomórkowe	69

Tkanki. Tkanka twórcza. — Tkanka zasadnicza. — Naskórek. Szparki oddechowe. — Wiazki. — Tkanki mechaniczne i wydzielające	69—74
Budowa korzenia.	74—76
Budowa łodygi. Budowa łodygi u roślin jednoliściennych i dwuliściennych. — Promienie rdzeniowe. — Miazga. — Łyko. Martwica	76—79
Budowa liścia	79—81
Fizjologia roślin. Skład chemiczny rośliny. Przystawanie węgla. — Własność chlorofilu. — Rozkład dwutlenku węgla. Powstawanie krochmalu	82—88
Przystawanie azotu. Nitrifikacja. — Sole azotowe. — Rośliny strąkowe. Rośliny owadożerne	88—92
Składniki mineralne rośliny. Hodowla wodna. — Znaczenie różnych pierwiastków w odżywianiu rośliny	92—94
Oddychanie roślin. Warunki oddychania. — Fermentacja	94—97
Krażenie płynów w roślinach. Parowanie wody. — Skrobia i białko w roślinach	97—99
Wzrost rośliny. Wpływ światła. — Geotropizm	99—100
Ruch roślin. Rośliny pnące się. — Zamykanie i otwieranie kwiatów. Ruchy od podrażnień	101—102
Zależność postaci rośliny od warunków	103—104
Systematyka roślin: Gatunek, odmiana i rodzaj — Rodzina. — Rząd. — Klasa — Gromada. — Dział. — Nazwisko autora. — Nazwy łacińskie i ludowe. — Układy sztuczne i naturalne	105—112
Sluzowce	115—117
Rozprutki. Sinice i bakterje	117—120
Sprzężnice.	120—121
Plechowate właściwe. Zielenice	122—126
Grzyby: Pleśniaki. — Podstawczaki. — Workowce	126—132
Porosty	133—134
Brunatnice	134—135
Krasnorosty	135
Mchy	136—140
Wątrobowce	140
Paprotniki. Paprocie, skrzypy i widłaki	141—147
Nagonasiennne	147—149
Okrytonasiennne	150
Dwuliścienne wolnopłatkowe: Wierzbowate. — Miseczkowate. — Goździkowate. — Jaskrowate. — Krzyżowate. — Makowate. — Strąkowe — Baldaszkowe. — Ślazowate	150—157
Dwuliścienne zrosłopłatkowe: Psiankowate. — Szorstkoliste. — Powojowate — Wargowate — Trędownikowate. — Złożone.	158—162
Jednoliścienne: Liljowate. — Kosaćcowate. — Palmy. — Obrazkowate. — Rzęsowate. — Trawy. — Storzycowate	162—167
Objaśnienie do tablicy barwnej.	000

OBJAŚNIENIE DO TABLICY BARWNEJ.

Życie organiczne w ogólności, a szczególnie życie roślin powstało pierwotnie w wodzie. Pierwsze rośliny plechowe, prawdopodobnie zbliżone do dzisiejszych zielenic, posiadały zarodniki (na tablicy oznaczone barwą żółtą) oraz komórki jajowe i plemniki (oznaczone barwą czerwoną) zupełnie zanurzone w wodzie.

Stopniowo dwa sposoby rozmnażania (zapomocą zarodników i narządów płciowych) zaczynają następować po sobie kolejno. U niektórych np. grzybów dzisiejszych, komórki jajowe rozwijają się wewnątrz wilgotnego podłoża, a zarodnie wznoszą się w powietrzu.

W grupie mszaków (*Bryophyta*) roślina płciowa (posiadająca rodnie i plemniki) musi być przynajmniej co pewien czas zraszana wodą. Zarodniki zaś, umieszczone w puszках, rozpraszają się przy pomocy powietrza.

U paprotników równozarodnikowych (*Pteridophyta isospora*) przedrośle jest pokoleniem płciowym w kształcie drobnej roślinki, a pokolenie bezpłciowe rozwija się bardziej. Roślina staje się lądową w stopniu wyższym niż mech; ciało rośliny różniczkuje się na korzeń, łodygę i liście, rozwijają się tkanki przewodzące wodę — wiazki sitkowo-naczyniowe.

Pokolenie płciowe staje się jeszcze mniejszem (wielkości mikroskopowej) u paprotników różnozardnikowych (*Pteridophyta heterospora*). Zmniejszone do tych rozmiarów pokolenie płciowe zaznacza się bardzo wcześnie w zarodnikach dwojakiej postaci.

Wreszcie u roślin wyższych kwiatowych (*Antophyta*) niema już samodzielnego, istniejącego oddzielnie, pokolenia płciowego. Komórka jajowa zapładnia się nie poruszającami się w wodzie plemnikami, lecz łagiewką, wyrastającą z komórki pyłkowej. Niższe rośliny nagonasiennne (Sagowce i Ginkgo, jedna z roślin nagonasiennnych) posiadają jeszcze ruchliwe plemniki, dopływające do komórki jajowej i z tego powodu należy uważać te rośliny za grupę pośrednią.

Do roślin zupełnie lądowych należą rośliny okrytozalążkowe (*Angiospermae*), w których pyłek przenosi się nie tylko zapomocą wiatru, ale i przy pośrednictwie owadów. Zależnie od tego sposobu opylania, zmieniają się również części rośliny, otaczające organy rozmnażania (części kwiatu).

Widzimy stąd przeto, że najważniejsze różnice działów poszczególnych roślin osiowych (*Cormophyta*) stoją w związku z coraz to większą niezależnością rośliny od wody i z coraz to lepszym przystosowaniem się rośliny do życia na lądzie.

TABLICA STOPNIOWEGO ROZWOJU TYPÓW W PAŃSTWIE ROŚLIN.



Powietrze

Grunt zalany
wodą w pew-
nych okresach

Woda

WSTĘP.

Botanika jest nauką o roślinach. Organizm rośliny, podobnie jak i zwierzęcy, składa się z drobnych części wielkości mikroskopijnej — z komórek. Komórki takie łatwo widzieć można gołym okiem w miąższu pomarańczy. Każde wydłużone ziarenko tego miąższu jest jedną komórką znacznej wielkości. Zwykle komórki nie dochodzą jednak do tych rozmiarów i dają się spostrzec tylko zapomocą mikroskopu*). Przez mikroskop widzimy, że komórka składa się z kawałka masy galaretowatej — zarodki, czyli protoplazmy. Wewnątrz tej masy jest jądro, w skład którego wchodzi ciało bardziej twarde, a nazewnątrz każda komórka zwykle bywa okryta błoną. Są rośliny, składające się tylko z jednej komórki, większość jednak składa się z wielkiej liczby komórek różnej wielkości i różnego kształtu.

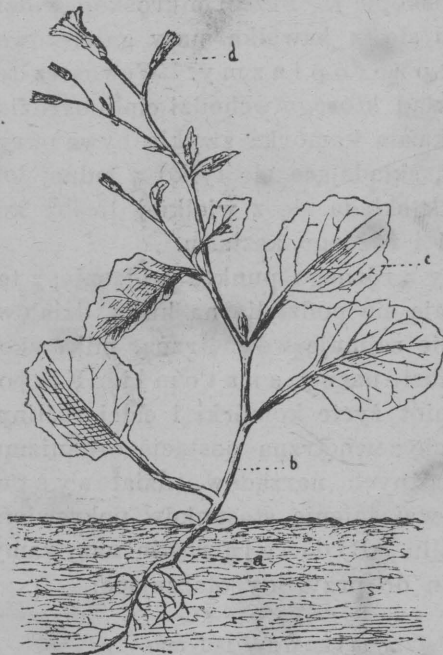
Można badać rośliny z różnego punktu widzenia; z tego powodu botanika daje się podzielić na kilka działów. Dział botaniki, który się zajmuje wewnętrzną, mikroskopową budową roślin, nosi nazwę anatomji. Fizjologia ma za przedmiot życie komórki i całej rośliny. Morfologia zajmuje się zewnętrzną postacią organizmu roślinnego i układem różnych narządów, dział systematyki ma na celu wyjaśnienie stosunków pokrewieństwa różnych grup roślin. Biologją roślin nazywamy naukę o stosunku roślin do przyrody otaczającej.

*) Za jednostkę miary służy mikron = 0,001 mm.

MORFOLOGJA.

ZASADNICZE CZĘŚCI ROŚLINY.

Pośród olbrzymiej masy roślin, spotykanych na powierzchni ziemi, największą uwagę zwracają na siebie rośliny, posiadające kwiaty. Z takich roślin składają się



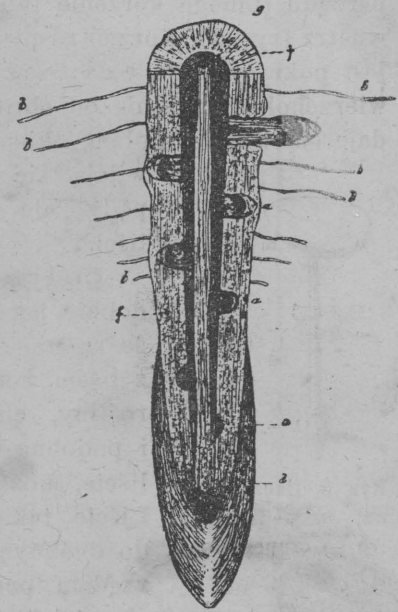
Rys. 1. Roślina nasienne (schematycznie): a — korzeń (w ziemi), b — łodyga, c — liście, d — kwiaty.

lasy, i one to pokrywają również łąki i stepy. Rośliny te w pewnym okresie dają nasiona, i dlatego można je nazywać nasienne. Ciało tych roślin (rys. 1) składa się z różnych części, zwanych organami czyli narządami. Narządy podzielić można na dwie grupy. Jedne z nich przeznaczone są do zachowania życia danego osobnika, czyli danej rośliny, są to narządy odżywania; inne do wytwarzania osobników takich samych, jak dany — są to narządy

rozmnażania. U roślin nasiennych narządy rozmnażania tworzą kwiat, w którym następnie wytwarzają się nasiona. Z początku roślina nasienne składa się tylko z narządów odżywiania; niekiedy dopiero po wielu latach ukazują się narządy rozmnażania, t. j. dana roślina zaczyna kwitnąć.

Narządy odżywiania u roślin nasiennych, czyli wyższych, dają się sprowadzić do czterech zasadniczych, a mianowicie do korzenia, łodygi, liścia i włoska. Wszystkie inne części rośliny, które noszą niekiedy różne nazwy, np. bulwy, pączki, kolce, a nawet kwiaty, można uważać za szczególne przeobrażenia i skupienia narządów zasadniczych.

Włosy są to wyrostki na naskórku roślin pochodzenia powierzchniowego. Korzenie, łodyga, liście i inne części roślin są (przynajmniej w pewnym okresie) pokryte cienką błoną — naskórkiem. Na tym naskórku wyrastają włosy i zdzierają się wraz ze zdarciem naskórka. Jedne włoski roślin bywają podobne do sierści, inne przyjmują postać łusek lub kolców. Włosy służą do pochłaniania wody (na korzeniu), do ochrony rośliny od działania promieni słońca (na liściach), do wydzielania



Rys. 2. Korzeń przecięty wzdłuż: a — boczne, wyrastające z korzenia głównego, b — włoski, d — czapeczka.

pewnych płynów (włosy gruczołkowe). Wszystkie tak zmienione włosy mają jednakowe pochodzenie, choć różnią się budową i przeznaczeniem.

Korzeń jest narządem pochodzenia wewnętrznego, t. j. korzeń nowy wytwarza się zawsze wewnątrz innego narządu (innego korzenia lub łodygi) i przebija się na zewnątrz (rys. 2). Korzeń rośnie swoim wierzchołkiem, który jest pokryty t. zw. czapeczką; czapeczka chroni młody wierzchołek korzenia od obrażeń i niekiedy, np. u rzęsy, daje się widzieć gołym okiem (rys. 3). Z korzenia rozwijają się korzenie boczne, niekiedy pędy, ale nigdy korzeń nie tworzy liści.

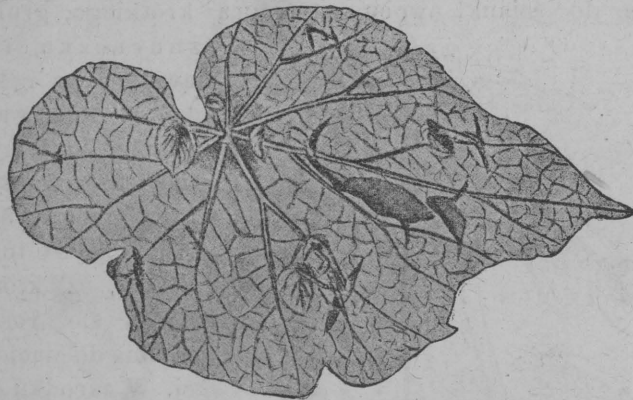


Rys. 3. Rzęsa wodna; w — korzeń, h — czapeczka.

Łodyga rośnie wierzchołkiem, podobnie jak korzeń, ale różni się tem, że na niej rozwijają się liście. Łodyga z liśćmi nosi nazwę pędu. Każda część rośliny, choćby rosnąca pod ziemią i podobna do korzenia, jeżeli wytwarza liście, może być uważana za łodygę. Liście takie niekiedy bywają podobne do drobnych łuszczyk. Łodyga jest narządem pochodzenia zewnętrznego, to znaczy wyrasta (najczęściej na innych łodygach) na powierzchni narządu, od którego pochodzi, w wytwarzaniu jednak nowych rozgałęzień łodygi bierze udział nie tylko naskórek, ale i części rośliny, leżące pod naskórkiem. Z łodygi mogą wytwarzać się wszystkie inne zasadnicze narządy rośliny.

Liść rośliny wytwarza się tylko na łodydze, jako narząd boczny, rośnie najczęściej nasadą. Wzrost liścia zwykle jednak jest ograniczony. Na liściu wytwarzają się tylko włosy, wyjątkowo liść daje nowe łodygi i korzenie (Begonia, rys. 4).

Nie wszystkie jednak rośliny dają się rozczłonkować na wymienione cztery narządy zasadnicze. Grzyby, wodorosty, porosty i niektóre mchy, wogóle większość roślin niższych, rozmnażających się zapomocą zarodników



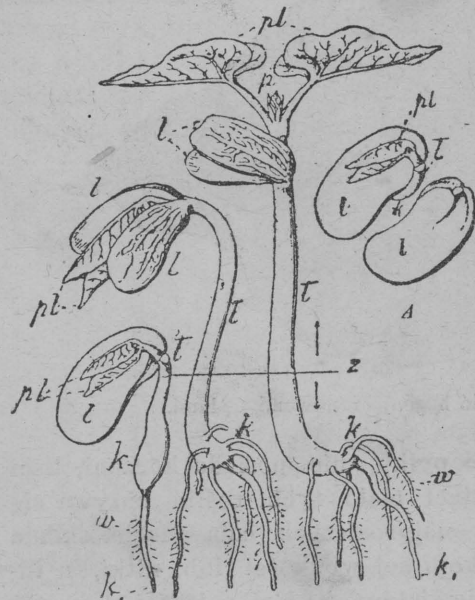
Rys. 4. Liść begonji z nowymi pędami.

pod postacią drobnego pyłku, nie posiada korzeni, liści i łodygi. Różnej postaci ciała tych roślin nazywa się plechą. W wypadkach najprostszych cała plecha składa się z kuleczki mikroskopijnej wielkości lub nitki, u innych plecha składa się jakby z sieci pajęczej lub też przyjmuje postać krzaczka. Wreszcie na plechach niższych roślin zarodnikowych rozwijają się osobno narządy rozmnażania, i dzięki temu zewnętrzna postać plechy staje się bardziej złożoną.

BUDOWA NASIENIA.

Po okwitnięciu kwiatu pozostaje tylko jedna jego część, która powiększa swą objętość, rośnie i staje się owocem. W owocu są zawarte nasiona. Dla zbadania budowy na-

sienia rozpatrzmy bliżej rozmoczone w wodzie nasiona np. fasoli lub grochu. Na wklęsłej stronie nasienia znajduje się blizna podłużna, zwana **dziobkiem** lub **znaczkiem**. W tym miejscu nasienie było przytwierdzone do ścianki owocu zapomocą krótkiego, grubego



Rys. 5. Kielkowanie nasienia fasoli: k — korzenie, l — łodyga, l — liście, pl — pierwsze liście, p — pączuszek. Strzałki i linia pozioma pokazują kierunek wzrostu. A — nasienie przecięte.

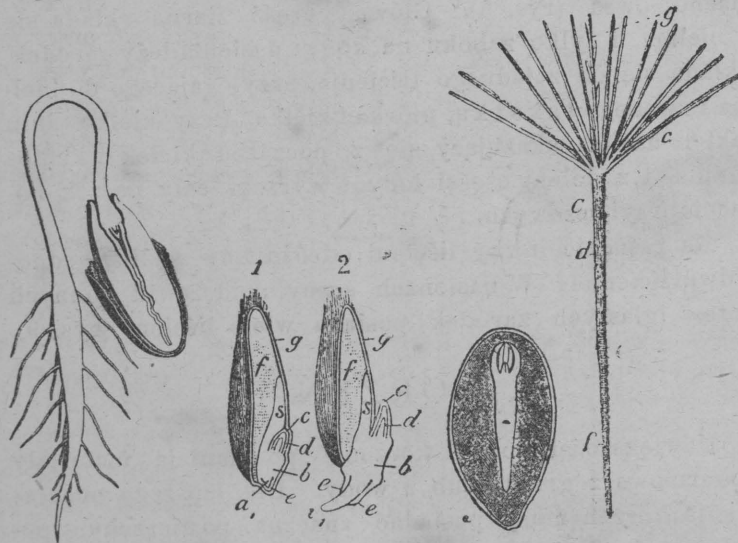
sznureczka. Przeciąwszy scyzorykiem powłokę pokrywającą nasienie, możemy ją zdjąć i zobaczymy wtedy gładkie, ukryte ciało; jest to zarodek, z którego rozwija się roślina, podobna do macierzystej. W zarodku (rys. 5) rozróżniamy dwa liścienie, kielek, czyli korzonek,



Rys. 6. Kielkowanie grochu.

i łodyżkę, zakończoną piórkiem, czyli pączuskiem. Piórko, łodyżka i kielek znajdują się w tym miejscu, gdzie się łączą dwa liścienie. Piórko, składające się jakby z drobnych łuszek, i łodyżka leżą między liścieniami, a kielek jest widoczny nazewnątrz.

Przy kielkowaniu nasienia w ziemi, przez pękniętą powłokę zewnętrzną, czyli skórkę, naprzód ukazuje się kielek i zaczyna rosnąć na dół, tworząc korzeń i jego rozgałęzienia. Gdy młoda roślina zapomocą korzenia przytwierdzi się do ziemi, leżąca pod liścieniami część łodygi (łodyga podliścieniowa) zaczyna rosnąć



Rys. 7. Kielkujące nasienie rzącznika. Piórko z liścieniami tkwi wśród bielma.

Rys. 8. Nasienie owsa w różnych stadiach kielkowania: a, e — kielek, b — pochwa, c, d — pączuszek, s — liść, zwany tarczka, f — bielmo, g — skórka.

Rys. 9. Nasienie sosny w przekroju i siewka sosny.

szybko, wygina się łukowato i wyciąga pozostałe części nasienia z pod ziemi (rys. 5 i 6). Następnie łodyga podliścieniowa prostuje się, liścienie się odchylają, i zaczyna rosnąć piórko, tworząc łodygę z liśćmi. Za pierwsze jednak liścienie rośliny należy uważać liścienie, w których są nagromadzone materiały pokarmowe młodej rośliny,

a w miarę ich wyczerpywania liścienie marszczą się i wreszcie opadają.

W nasieniu fasoli materiały pokarmowe młodej rośliny są nagromadzone w liścieniach; jeżeli jednak liścienie są bardzo cienkie, to zapasy pokarmu zebrane są w bielmie (rys. 7). Inny przykład nasienia bielmowego — ziarno owsa (rys. 8). Główna część ziarna składa się z bielma, i tylko z boku na końcu nasienia leży zarodek. Składa się on z jednego liścienia, przylegającego do bielma i zwanego tarczka, piórka i kielka. Przy kiełkowaniu takich nasion ukazujący się z początku kiełek wkrótce zanika, i z dolnej części łodygi wyrasta cały pęczek korzeni przybyszowych.

Na zasadzie liczby liścieni odróżniamy rośliny jedno- i dwuliścienne. W nasionach sosny, modrzewiu i innych drzew iglastych zarodek posiada wiele liścieni (rys. 9).

KORZEN.

U większości roślin korzenie pochłaniają materiały pokarmowe z gruntu lub z wody. Dla lepszego pochłaniania korzeń musi posiadać znaczną powierzchnię pochłaniającą, i z tego powodu korzenie bywają najczęściej silnie rozgałęzione. W korzeniu odróżniamy korzeń główny, czyli serdeczny, i wychodzące z niego korzenie poboczne (rys. 10). Korzenie przybyszowe mogą wyrastać z łodygi i innych części rośliny. Jeżeli korzeń główny się nie rozwija, to powstaje korzeń wiązkowaty (rys. 11).

Młode korzenie dla powiększenia powierzchni pochłaniającej są pokryte włosnikami (rys. 12 i 2) czyli włosami, służącymi do odżywiania.

Korzenie wielu roślin bywają pokryte strzępkami grzybów czyli opilśnią (rys. 13). Takie korzenie na-

zywają mikoryzami. Strzępki grzyba mogą pokrywać korzeń nazewnątrż lub też znajdują się w komórkach korzenia. Oddzielne sploty strzępków grzyba (p) wchodzą



Rys. 10. Korzeń rozgałęziony.



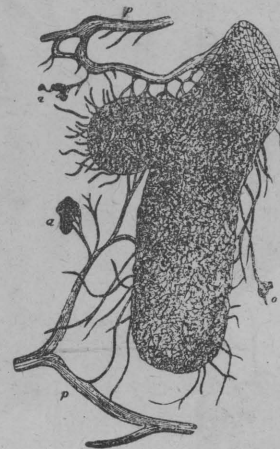
Rys. 11. Korzeń wiązkowaty trawy.



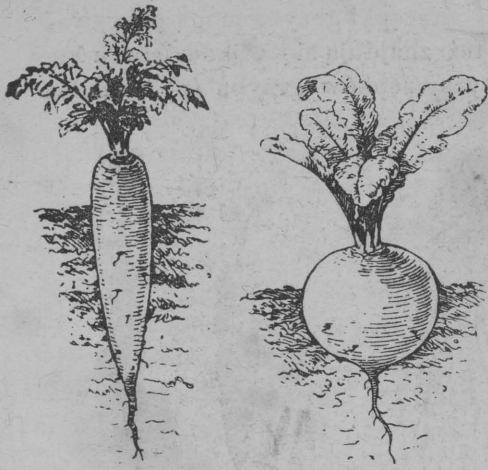
Rys. 12. Korzeń gorczycy z ziemią; naprawo takż korzeń oczyszczony dla pokazania włosników (b).

w ziemię, zawierającą wiele próchnicy, zrastają się z cząstkami ziemi (a) i tym sposobem pomagają roślinie pochłaniać pewne materiały pokarmowe, zawarte w ziemi, bogatej w próchnicę.

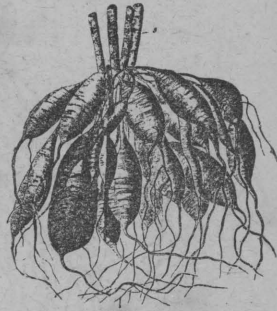
Postać i wielkość korzenia zależy w znacznym stopniu od tego, czy korzeń służy tylko wyłącznie do czynności odżywiania, czy też przybiera jeszcze jaką inną czynność. Jeżeli np. w korzeniu gromadzą się w większej ilości materiały zapasowe, które rośliną odżywia się w roku następnym, to korzeń grubieje i przybiera



Rys. 13. Mikoryza.



Rys. 14. Korzenie: stożkowaty i kulisty.



Rys. 15. Korzeń bulwiasty georginji.



Rys. 16. Korzenie powietrzne storczyka.

postać stożkowatą lub kulistą (rys. 14). W innych znowu wypadkach materiały zapasowe rośliny gromadzą się w korzeniach bocznych, które przyjmują postać bulwiastą (rys. 15). Takie bulwy nazywają korzeniowemi albo główkami dla odróżnienia od bulw zwykłych, które pochodzą z łodygi.

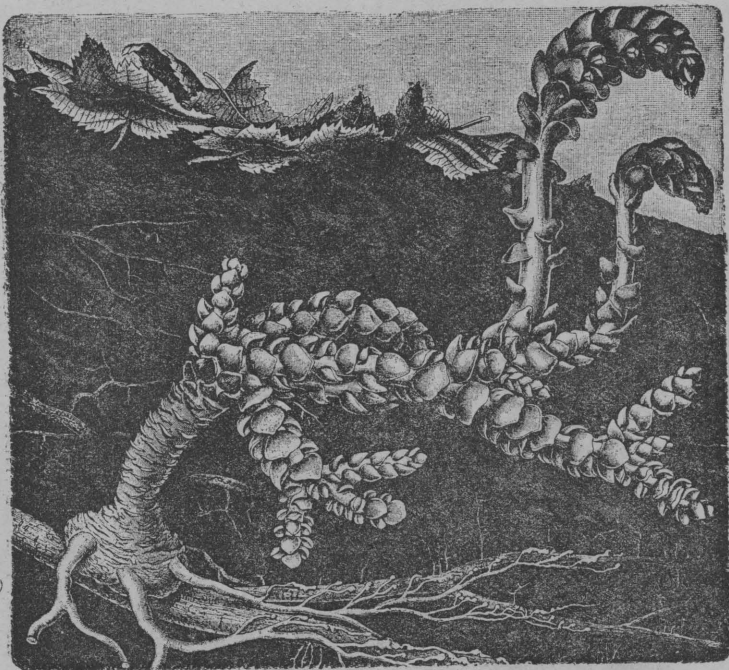
Oprócz korzeni, zawartych w ziemi lub w wodzie, spotykają



Rys. 17. Pandan (*Pandanus utilis*).

się u niektórych roślin podzwrotnikowych (storczyków i obrazkowatych) korzenie powietrzne. Korzenie powietrzne (rys. 16) wyrastają z łodygi, są zatem korzeniami przybyszowemi. Zamiast włóśników korzenie te

pokrywa gąbczasta warstwa komórek, pochłaniająca parę wodną. Rośliny z takimi korzeniami żyją zwykle na korze drzew. Pod zwrotnikami, również w okolicach, gdzie bywają silne huragany, lub na gruntach błotnistych i grząskich korzenie powietrzne tworzą podpory, pod-



Rys. 18. Łuskiewnik na korzeniach topoli.

trzymujące łodygę jak liny okrętowe maszt. Do takich roślin należą pandany, czyli pochutniki (rys. 17).

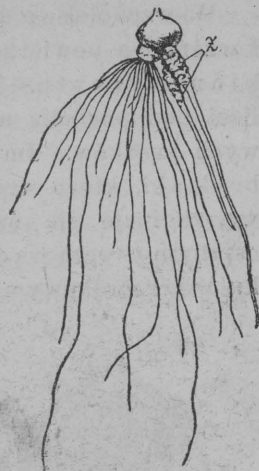
U niektórych roślin pnących się, np. u bluszczu, korzenie wychodzą z boku łodygi i, przylegając do podłoża, podtrzymują wiotką łodygę. W pewnych jednak wypadkach takie korzenie przybyszowe stają się narządami

ssąciami, zapomocą których pasorzyty roślinne czerpią pokarm z rośliny-żywiciela, np. łuskiewnik (*Lathraea squamaria*), który się spotyka na korzeniach topoli (rys. 18).

U niektórych palm (*Acanthorhiza*) korzenie przybyszowe w dolnej części łodygi przeobrażają się w cierne korzeniowe, służące jako narządy obrony.

Korzenie wciągające, skracając się, wciągają całą roślinę w głąb ziemi i chronią ją tym sposobem od zamarzania i innych złych wpływów. Pewien gatunek szafranu (*Crocus longiflorus*) ma na wiosnę tylko cienkie korzenie, a później wytwarzają się z boku korzenie wciągające (rys. 19), przy pomocy których roślina schodzi do głębszych warstw gruntu. Wreszcie w rzadkich wypadkach korzeniom przypada czynność zwykle zupełnie im obca. Niektóre podzwrotnikowe storczyki są pozbawione liści, a zamiast nich posiadają płaskie korzenie powietrzne, zabarwione na zielono.

Widzimy tu, jak dalece może się zmieniać zasadniczy narząd rośliny w zależności od różnych warunków życia.



Rys. 19. *Crocus longiflorus*; z — korzenie wciągające.

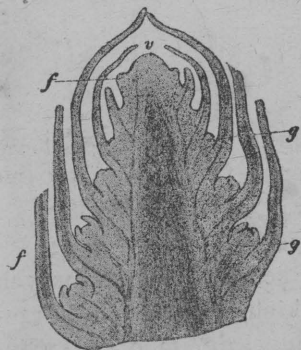
ŁODYGA.

Zadaniem łodygi jest przeprowadzanie materiałów pasowych rośliny z korzeni do liści i rozprowadzanie już gotowych materiałów po całej roślinie, ale jak i korzeń, łodyga może się przeobrażać i przystosowywać do różnych czynności.

Wierzchołek łodygi nie jest pokryty czapeczką jak korzeń, ma powierzchnię wypukłą i nazywa się stożkiem wzrostu. Na stożku wzrostu powstają założenia liści pod postacią niewielkich brodawek (rys. 20) i nowych pączków. Im dalej od wierzchołka, tem większe brodawki, które wreszcie zamieniają się na liście właściwe, zaginają się nad stożkiem wzrostu i razem z tym ostatnim tworzą pączek wierzchołkowy. Już w pączku wierzchołkowym w kątach pomiędzy liśćmi a łodygą

można zauważyć założenia nowych pączków. Pączki te (pączki katowe) rozwijają się później, niż okrywające je liście. Mogą jednak po upływie pewnego czasu dać nowy pęd. Niekiedy pączki rozwijają się dopiero w roku następnym i w takim razie bywają otulone łuskami. Inne pączki nie rozwijają się w ciągu kilku lat. Nowe pędy jednak mogą powstawać bez pączków z korzeni i liści.

Miejsce, do którego na łodydze jest przytwierdzony liść, nazywamy węzłem, a przestrzeń pomiędzy dwoma węzłami — międzywęzłem. Różny może być układ liści na łodydze czyli ulistnienie. W układzie naprzemianległym umieszczony jest w każdym węźle jeden tylko liść, a linia, łącząca podstawy liści na łodydze, zakreśla na niej węzownicę. Liście umieszczone po dwa w jednym węźle naprzeciwko siebie tworzą układ naprzeciwległy; więcej niż dwa liście wychodzące z węzła tworzą okrażek (rys. 21, 22 i 23). U wielu roślin podstawy między-

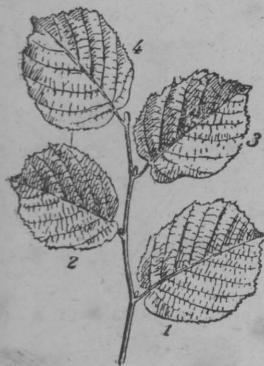


Rys. 20. Wierzchołek łodygi: v—stożek wzrostu, f—założenia liści; g—pączki (silnie powiększone).

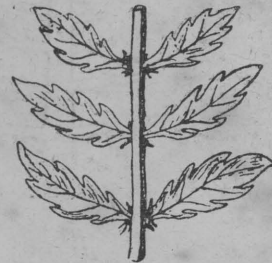
węzli przez czas dłuższy zachowują zdolność wzrostu (trawy).

Można odróżnić dwa główne rodzaje rozgałęzienia łodygi: rozgałęzienie końcowe czyli widelkowate i rozgałęzienie boczne.

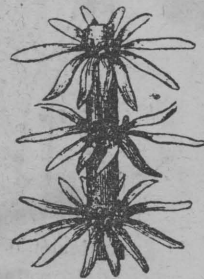
Rozgałęzienie widelkowate spotyka się rzadziej i u roślin niższych. W tym wypadku stożek wzrostu dzieli się na dwie części, z których każda tworzy nowe rozgałęzienie. Wtedy ustaje wzrost łodygi głównej



Rys. 21. Ulistnienie naprzemianległe.



Rys. 22. Ulistnienie naprzeciwległe.



Rys. 23. Ulistnienie w okrażkach.

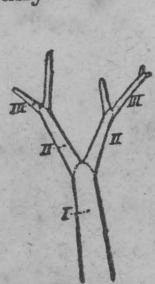
i rosną tylko rozgałęzienia; wkrótce każde z rozgałęzień dzieli się również na dwie części, powstają cztery gałęzie boczne i tak dalej (rys. 24).

W najczęściej spotykanych rozgałęzieniach bocznych stożek wzrostu rośnie przez czas dłuższy; poniżej rozwijają się pączki katowe i dają początek nowym gałęziom.

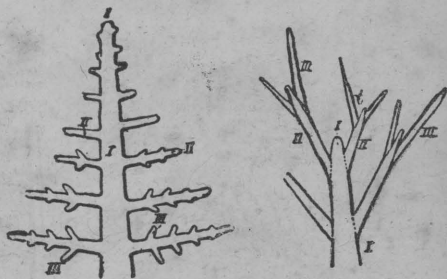
W tym rodzaju rozgałęzienia dają się wyróżnić dwie postacie: łodyga rośnie ciągle szybciej, niż rozgałęzienia boczne, z których starsze są zawsze dłuższe od młod-

szych (rys. 25, z lewej strony), np. łodygi drzew iglastych, lub też rozgałęzienia zaczynają rosnać przedzej, niż oś główna, która niekiedy zupełnie rosnać przestaje (rys. 25, z prawej strony).

Postać i budowa łodygi jest w ścisłej zależności od długości życia rośliny. Pod tym względem odróżniają się łodygi roczne, dwuletnie i trwałe. W ostatnim wypadku kwitnienie rośliny rozpoczyna się w pewnym okresie i od tej chwili powtarza się corocznie mniej więcej w jednym czasie. W innych wypadkach rośliny trwałe



Rys. 24. Schemat rozgałęzienia widelkowego.



Rys. 25. Schemat rozgałęzienia bocznego.

nie kwitną w ciągu dłuższego czasu, a następnie giną po okwitnieniu i wydaniu owoców (niektóre palmy).

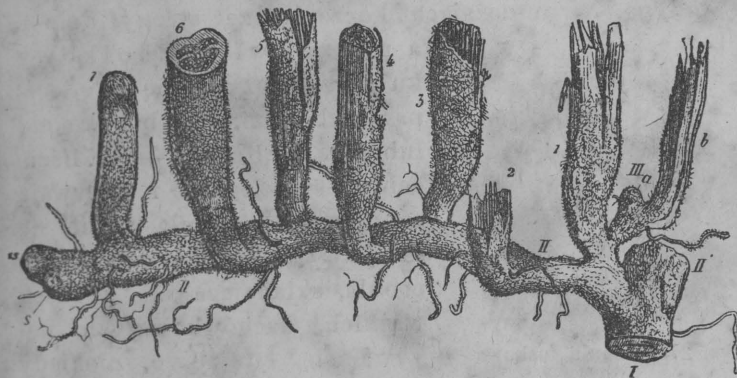
Pośród roślin trwałych odróżniamy drzewa, krzewy, podkrzewy i zielone rośliny trwałe, czyli byliny.

Łodyga drzewiasta, rozgałęziona na pewnej wysokości i tworząca koronę, nosi nazwę pnia; gdy zaś rozgałęzienia rozpoczynają się od samej ziemi, zowie się krzewem. Podkrzewami nazywamy rośliny podobne do krzewów, ale z zielonemi końcami gałęzi, ginącemi na zimę.

Łodygi drzewne w postaci kolumny, nierozgałęzione i niosące na wierzchołku pęk liści, noszą nazwę kłódzin.

Łodyga pusta wewnątrz, zielna lub drzewiasta nazywa się *zdźbłem*. Wydęte węzły takich łodyg wypełnione są ściankami poprzecznymi. Łodygi cienkie i długie, które nie mogą utrzymać się same w położeniu pionowym i wiążą się dookoła innych roślin, noszą nazwę pnących (liany, powój). W innych razach łodygi czołgają się po ziemi, lub też zapomocą wąsów czepiają się kory drzew lub skał.

Wielka liczba roślin posiada łodygi podziemne, zapomocą których roślina może zimować, chociaż giną



Rys. 26. Korzeniak paproci orlicy (*Pteridium aquilinum*).

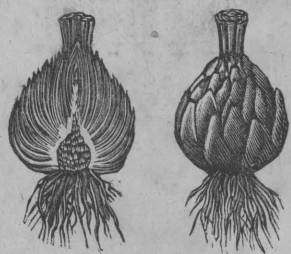
części nadziemne. Nadto tego rodzaju łodygi są zbiornikami materiałów zapasowych, dzięki którym roślina może istnieć nawet tam, gdzie życie rośliny jest możliwem tylko w ciągu krótkiego okresu w roku. Takie warunki rośliny mają na stepach, gdzie wcześniej rozpoczynają się upały letnie, i w lasach, gdzie panuje półcień w gęstwinie. W tych warunkach niskie rośliny zielne rosną bujnie tylko podczas wiosny.

Wreszcie łodygi podziemne ułatwiają rozmnażanie roślin, zwłaszcza jeżeli roślina nie co rok może wydać nasiona (rośliny górskie).

Do łodyg podziemnych zaliczają się: kłącza, cebule i bulwy.

Kłącze, czyli korzeniak, rośnie zwykle w kierunku poziomym, ma liście szczytkowe pod postacią łusek i jest zakończone pączkiem wierzchołkowym. Obecność liści i pączków każe nam uważać korzeniaki za łodygi podziemne, a nie za korzenie właściwe. Takie łodygi spotykamy u konwalji, piżmaczka, paproci, orlicy (rys. 26).

Cebula (rys. 27) jest skróconym pędem, czyli łodygą wraz z liśćmi, w przekroju podobną do pączka. Skrócona łodyga, wypuszczająca korzenie ze strony dolnej,



Rys. 27. Cebula łuskowa lilji.

a pączek wierzchołkowy ku górze, nazywa się piętka, pączki boczne — cebulkami lub pasierbami. Jeżeli liście cebuli są szerokie i okrywają cały pączek, cebula zowie się słojuwatą (cebula ogrodowa); cebula, składająca się z łusek wąskich, dachówkowatych, nazywa się łuskową, niekiedy

zaś powłoki zewnętrzne składają się tylko z kilku liści suchych, a piętka wypełnia prawie całą cebulę (szafran). Cebula taka jest przejściem do bulwy i odróżnia się jako cebula m i ą ż s z a.

W cebulach są silniej rozwinięte liście, w b u l w a c h zaś część osiowa, a liście są tylko pod postacią łusek i pączków, zwanych oczkami. W warunkach zwykłych bulwy ukazują się tylko na pędach podziemnych, jeżeli jednak posadzić w ziemię odcięte gałązki ziemniaka, tak żeby w części podziemnej nie było ani jednego pączka, to wytwarzana w liściach skrobia zbierze się w pączkach nadziemnych i wytworzy bulwy powietrzne (rys. 28).

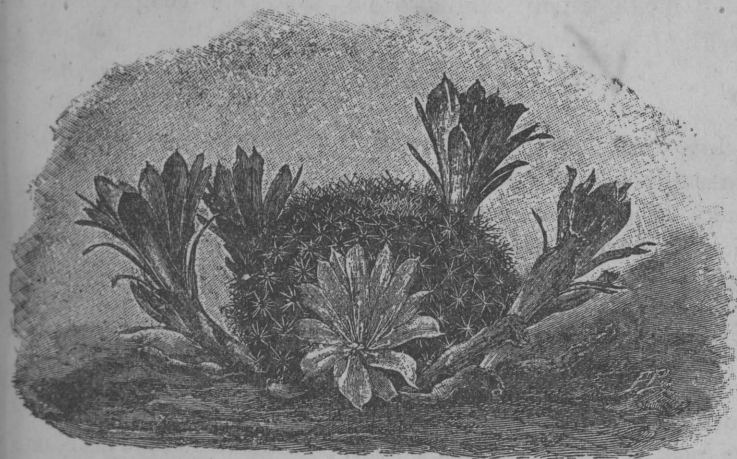


Rys. 28.

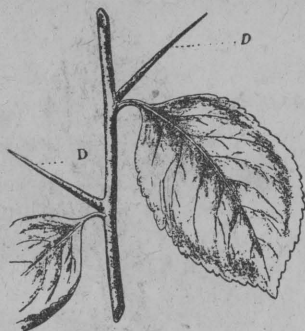


Rys. 29.

Rys. 28. Przemiana pączków ziemniaka w bulwy nadziemne.
Rys. 29. Ruszczyk: f — liście właściwe, cl — gałęziaki, bl — kwiaty.



Rys. 30. Kaktus kwitnący (*Rebutia minuscula*).



Rys. 31. Gałązka głogu (*Crataegus prunifolia*): D—ciernie.

tykamy w wiecznie zielonym ruszczyku (*Ruscus aculeatus*) (rys. 29) i w kaktusach (rys. 30); w tych ostatnich liście zamieniły się w ostre kolce, służące do obrony, a mięsista łodyga jest zbiornikiem wody.

Wreszcie zmienionymi łodygami są wasy roślin wiążących się i ciernie (rys. 31), które w atmosferze wilgotnej mogą łatwo zamienić się w zwykłe rozgałęzienia łodygi.

L I Ś Ć.

Liść jest narządem rośliny, w którym z wody, soli mineralnych, czerpanych zapomocą korzenia, i dwutlenku węgla, otrzymywanego z powietrza, wytwarzają się ciała bardzo złożone, które służą następnie do odżywiania rośliny. Takie ciała złożone tworzą się jednak wyłącznie na słońcu, i cała różnorodność postaci liścia objaśnia się tem, że powierzchnia liścia musi być możliwie wielka, żeby dobrze pochłaniać gazy powietrza. Następnie do wszystkich liści powinno dochodzić światło. Płaska postać liścia daje mu wielką powierzchnię zewnętrzną, a warunek drugi (dostęp światła) daje się osiągnąć przez szczególnie kształt liścia lub układ liści na łodydze.

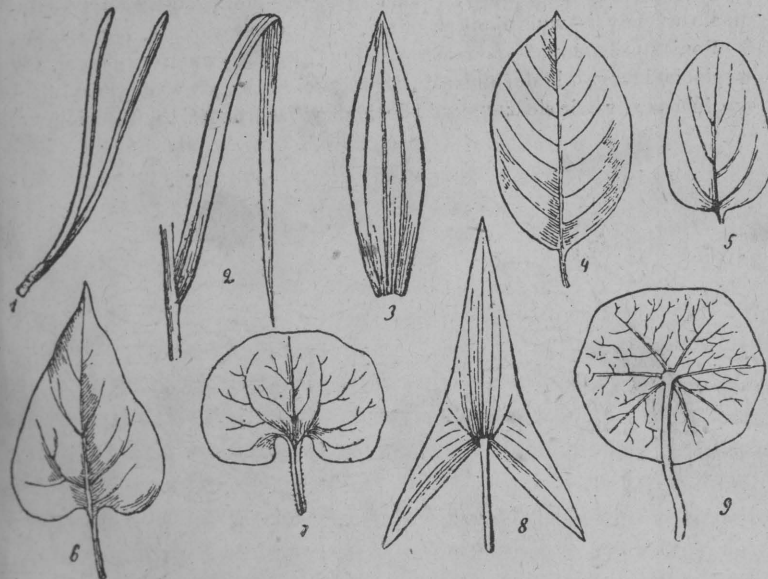
Liście najrozmaitszego kształtu rozwijają się z brodawek pierwotnych w pątku (patrz rys. 20 f).

W liściu typowym można odróżnić część szeroką, płaską — blaszkę liścia, cienki ogonek liściowy i przylistki u podstawy ogonka (rys. 32); niekiedy ogonek tworzy część szerszą, obejmującą łodygę — pochwę. Często jednak w liściu brakuje tej lub owej części.

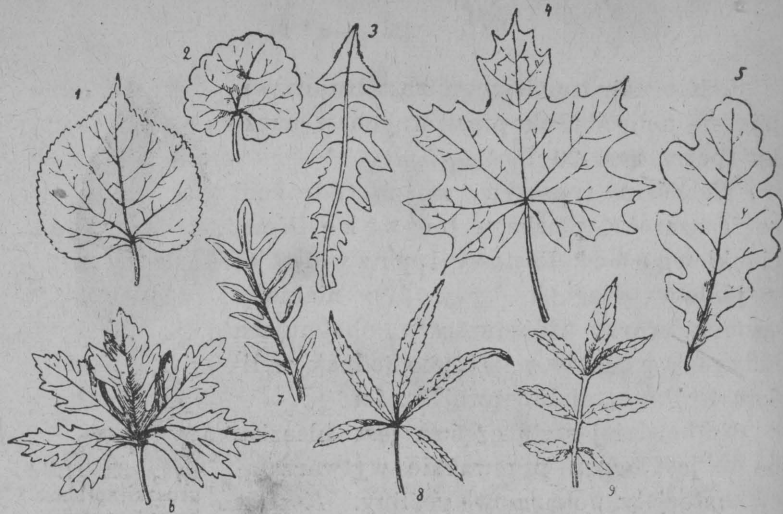
Najbardziej stałą częścią jest blaszka, bo to jest organ przeważnie wytwarzający materiały pokarmowe rośliny. Kształt blaszki może być bardzo rozmaity.



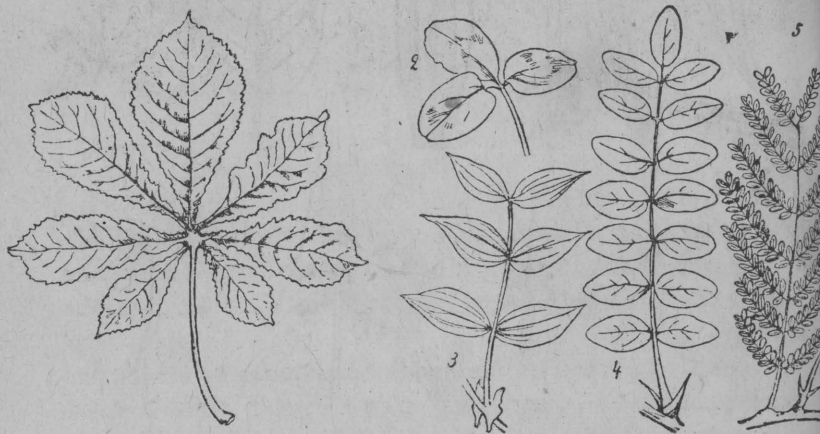
Rys. 32. Liść gruski, sp-błaszka, nb—przylistki, st—ogonek.



Rys. 33. 1—Liść iglasty sosny, 2—równowąski trawy, 3—lancetowaty babki (*Plantago lanceolata*), 4—eliptyczny szakłaku, 5—owalny dziurawki, 6—sercowaty bzu, 7—nerkowaty ziarnopłonu, 8—strzałkowaty strzałki, 9—tarczowaty nasturejki.



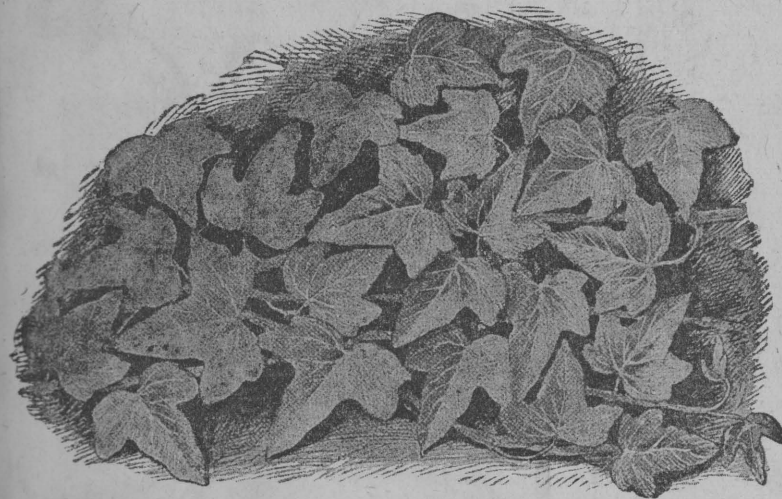
Rys. 34. 1—Liść ząbkowany, 2—karbowany, 3—pierzasto-wrębny, 4—dłoniasto-wrębny, 5—wykrojony w zatoki, 6—dłoniasto-sieczny, 7—pierzasty, 8—dłoniasto-dzielny, 9—pierzasto-dzielny. Liść nazywamy wrębnym, gdy wycięcia brzegu nie dochodzą $\frac{1}{4}$ szerokości liścia; gdy wycięcia są głębsze, liść nazywa się siecznym; gdy dochodzą $\frac{3}{4}$ szerokości liścia—dzielnym.



Rys. 35. Liście złożone. 1—Liść złożony dłoniasty, 2—potrójny, 3—parzysto-pierzasty, 4—nieparzysto-pierzasty, 5—padwójnie-pierzasty.

Nazwy różnych postaci blaszki podobne są do nazw przedmiotów ogólnie znanych; najczęściej spotykane kształty, ważne przy określaniu roślin, przedstawione są na rysunku 33.

W blaszce wyróżnić można nasadę, do której jest przymocowany ogonek, i przeciwnie nasadzie wierzchołek liścia.



Rys. 36. Mozajka liści bluszczu.

Brzegi blaszki mogą być zupełnie równe, i wtedy liść nazywamy całobrzegim, lub też piłkowane, ząbkowane, karbowane, wykrojone w zatoki, sieczne lub dzielne (rys. 34).

Kiedy oddzielne części liścia opadają osobno ze wspólnego ogonka, liść nazywamy złożonym (rys. 35), odróżniając od liścia prostego, który posiada tylko jedną blaszkę na ogonku. Oddzielne blaszki w złożonych liściach nazywają się listeczkami.

Liście układają się zwykle tak, że widziane z góry przedstawiają jedną powierzchnię, chociaż żaden liść nie pokrywa swoim brzegiem innych. Tym sposobem liście zatrzymują promienie słońca, i prawie żaden liść nie pozostaje w cieniu. Układ taki nazywamy mozaiką liści.



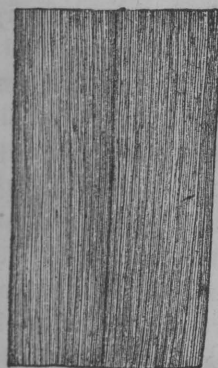
Rys. 37. Sałata jadowita (Lactuca Scariola).

Rys. 38. Włosienicznik (Batrachium aquatile).

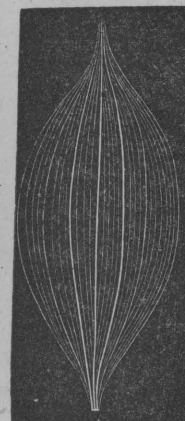
Ząbki jednych liści układają się w zagłębieniach innych, lub też liście zajmują różne miejsca, dzięki niejednakowej długości ogonków (rys. 36). Dla korzystania z większego działania światła liście drzew i krzewów są umieszczone na końcu gałęzi, tworząc koronę drzewa.

Niewielka liczba roślin unika zbyt silnego oświetlenia i ma liście ustawione w płaszczyźnie nie poziomej, lecz pionowej. Należą tu tak zwane rośliny kompasowe; liście tych roślin podczas najsilniejszego działania słońca w południe nie są wystawione na działanie promieni, bo są brzegiem blaszki zwrócone ku górze; za przykład może służyć sałata jadowita (rys. 37).

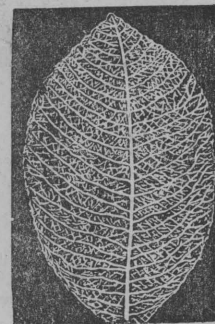
Różne warunki wpływają na kształt blaszki. Włosienicznik (Batrachium aquatile) ma liście dwójakiego ro-



Rys. 39. Nerwacja równoległa na liściu trzciny.



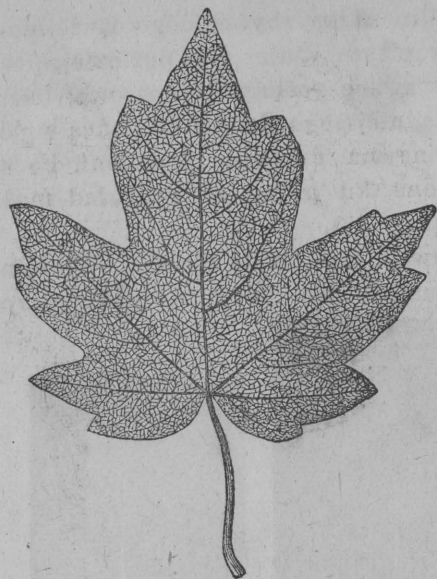
Rys. 40. Nerwacja łukowato-równoległa konwalji i (2) pierzasta wierzby.



dzaju; liście pływające na powierzchni wód są dłoniasto-wrębne, a podwodne, do których dochodzi niewielka ilość światła, dłoniasto dzielne o klapkach drobnych, włosowatych (rys. 38). Również liście dwójakiego rodzaju ma dzwonek okrągłolistny.

W atmosferze wilgotnej blaszka liścia dochodzi do znacznych rozmiarów, a zmniejsza się w powietrzu suchym.

Rośliny, żyjące na gruntach słonych, mają liście grube i mięsiste.



Rys. 41. Nerwacja dłoniasta kłonu.

lin mają kształt owalny, to nerwy przebiegają równolegle do brzegu liścia, ale zakreślają linie krzywe, i nerwacja nosi nazwę łękowatej (rys. 40₁). U roślin dwuliściennych spotykamy nerwację pierzastą (rys. 40₂) lub dłoniastą (rys. 41). Pierwsza bywa u liści dłuższych; pośrodku blaszki przechodzi jeden nerw główny, i od niego naprawo i nalewo rozchodzą się nerwy boczne. W liściach kształtu bardziej okrągłego od nasady rozchodzi się kilka nerwów, jak palce u dłoni. Od nerwów bocznych odchodzą rozgałęzienia nerwów drobniejszych i tworzą sieć. Nerwację dłoniastą i pierzastą, w których nerwy tworzą delikatną sieć, należy uważać za doskonałą od równoległej i łękowatej, bo liść żyje jeszcze przy nacięciu brzegu blaszki; przeciwnie w liściach o nerwacji równoległej cała część liścia powyżej nacięcia wkrótce

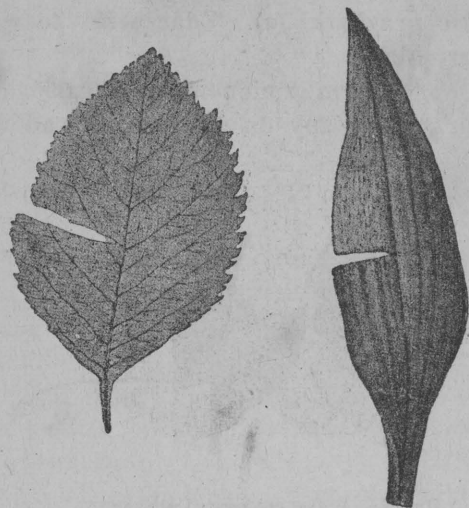
W blaszce liścia daje się zauważyć sieć nerwów, które są rusztowaniem budowy liścia i jednocześnie drogami, po których w liściu krążą płyny. Od kształtu blaszki liścia zależy nerwacja, właściwa różnym grupom roślin. W liściach długich a wąskich nerwy przebiegają obok siebie prawie równolegle, i tak bywa zwykle u roślin jednoliściennych (rys. 39). Jeżeli liście tych roś-

usycha, bo nie otrzymuje materiałów pokarmowych (rys. 42).

Ogonek liścia ma na celu zabezpieczenie blaszki od silnego wiatru. Liście obracają się wtedy na ogonkach jak chorygiełki i stawiają niewielki opór działaniu wiatru, który mógłby złamać całą blaszkę. Liście bez ogonków noszą nazwę siedzących.

W pewnych wypadkach blaszka liścia może zanikać zupełnie, a wtedy jej zadanie spełnia rozszerzony ogonek liściowy (rys. 43 b i c), zwany wówczas liściakiem.

Cały liść niekiedy tak się zmienia, że trudno go rozpoznać. Liście przyjmują postać wąsów (rys. 44 b), służących do czepiania, a wtedy czynność blaszki liściowej spełniają szero-



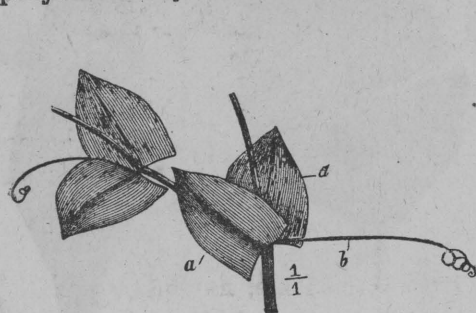
Rys. 42. Liść konwalji (naprawo i głoğu (nalewo) nacięte z brzegu. Liść konwalji częściowo schnie.



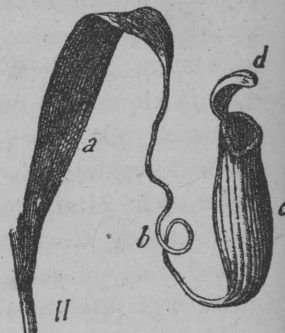
Rys. 43. Gałązka akacji; c — liściak.

kie przylistki (a). Zdarza się to w pewnych gatunkach groszku.

Silnym zmianom ulega liść roślin owadożernych, przystosowany do chwytania owadów, np. w postaci dzbaneczka.



Rys. 44. Wąsy groszku (*Lathyrus ochrus*).



Rys. 45. Dzbanecznik (*Nepenthes rubramaculata*).

nuszką, na dnie którego znajduje się płyn (dzbanecznik, rys. 45). Wreszcie liście niekiedy w całości przeobrażają się w kolce (kaktusy).

Największym jednak zmianom uległy liście, które tworzą część kwiatu.

KWIAT.

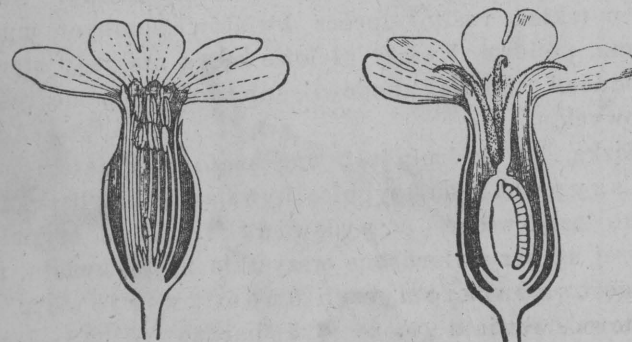
Kwiat jest zbiorem różnych narządów, które pośrednio lub bezpośrednio służą do wytwarzania nasienia.

Kwiat można porównać do pączka. Składa się on ze zmienionych liści, przymocowanych do części osiowej, którą można zauważyć po oberwaniu wszystkich listków. Jedne z tych listków są konieczne potrzebne do wytworzenia nasienia, inne przyczyniają się do tego pośrednio. Z tego powodu w kwiatach odróżniają narządy niezbędne i dodatkowe. Ostatnie leżą w części zewnętrznej kwiatu,

pierwsze zajmują środek kwiatu i przedstawiają narządy płciowe. Zewnętrzne części kwiatu, osłaniające narządy płciowe, noszą nazwę okwiatu. Okwiat zwykle składa się z dwóch części: zewnętrznej zielonej, zwanej kielichem, i wewnętrznej niezielonej—koroną. Oddzielne listki kielicha noszą nazwę działek, listki korony nazywają się płatkami. Narządy płciowe bywają męskie i żeńskie; narządem męskim jest pręcik, który wytwarza pyłek kwiatowy. Narządami żeńskimi są słupki, zajmujące miejsce w środku kwiatu (rys. 46). Są kwiaty, składające się tylko z pręcików i słupków, np. kwiaty jesionu.



Rys. 46. Kwiat w przekroju podłużnym; sz—szypułka, d—dno kwiata, k—kielich, ko—korona.



Rys. 47. Kwiaty goździenka białego; z prawej strony kwiat żeński, z lewej — męski.

Kwiat zupełny zawiera wszystkie części wymienione powyżej, od kielicha do słupków. Często jednak brak pewnego narządu. Bywają kwiaty z okwiatem pojedynczym, nie podzielonym na kielich i koronę; nie każdy

również kwiat ma dwojakiego rodzaju narządy płciowe. Kwiat, posiadający pręciki i słupki, nazywa się obupłciowym, kwiat o samych tylko pręcikach—kwiatem męskim, kwiat słupkowy—kwiatem żeńskim (rys. 47). Kwiaty męskie i żeńskie mogą się znajdować na jednej roślinie, która się wtedy zowie jednopienną, np. kukurydza, dąb, sosna, lub też mogą być na dwóch różnych osobnikach, a w tym wypadku roślina będzie dwupienną, np. wierzba, konopie. Mało jest względnie roślin jedno- i dwupiennych, większa część roślin nasiennych ma kwiaty obupłciowe. Można by powiedzieć, że wśród roślin dwupiennych są samce i samice, jak pośród zwierząt. Są wreszcie rośliny o kwiatach obupłciowych, męskich i żeńskich—wielożeńne, np. klon. Niekiedy redukcja, czyli uproszczenie kwiatu, dochodzi do tego stopnia, że kwiat bywa pozbawiony części płciowych. Przykładem takich płonnych kwiatów są np. niektóre kwiaty kaliny. Naturalnie u takich roślin oprócz kwiatów płonnych muszą być inne, płciowe. Kwiaty płciowe mogą niekiedy stawać się płonnymi wskutek hodowli, np. kwiaty pełne roślin ogrodowych.

Gałazka, na której jest umieszczony kwiatek, nosi nazwę szypułki; na szypułce bywają cienkie listki zielone lub zabarwione—przykwiatki. Część szypułki, do której są przytwierdzone wszystkie części kwiatu, nazywa się osadnikiem, czyli dnem kwiatowym.

Budowa okwiatu może być bardzo różna. Jeżeli wszystkie listki okwiatu są zielone, to taki okwiat nazywamy kielichowatym, w odróżnieniu od okwiatów, złożonych z listków barwnych—koronowatych.

Kielich składa się z różnej liczby działek; najczęściej ich bywa 4 lub 5. Bywają kielichy podwójne, jeżeli w odstępach pomiędzy działkami większymi umieszczone są działki mniejsze. Działki są wolne, gdy każda z nich

oddzielnie przytwierdzona jest do osadnika, i zrosłe, gdy są połączone u podstawy. Na zasadzie tego odróżniamy kielichy zrosłodziałkowe i rozdzielnodziałkowe.

Podobnie odróżniamy korony zrosłopłatkowe i wolnopłatkowe. Zrosnięte części okwiatu tworzą rurkę, która w części górnej posiada pewną ilość ząbków; z ilości ząbków możemy sądzić o liczbie zrosniętych części okwiatu.



Rys. 48. Kielich z ostrogą w kwiecie nasturcji.



Rys. 49. Pączek ze znikliwym kielichem i rozwinięty kwiat maku.

Miejsce, w którym ząbki okwiatu łączą się z rurką, nazywa się gardzielą.

Kielich i korona mogą być regularnemi, czyli promienistemi, jeżeli kwiat daje się w kilku kierunkach podzielić na równe części; jeżeli jedna przynajmniej część okwiatu jest większa lub mniejsza, kwiat tylko w jednym kierunku podzielić można na dwie równe części i zowie się symetrycznym, czyli grzbiecistym. Okwiat symetryczny bywa np. wargowy, gdy

z pięciu działek i płatków zrosniętych—dwie oddzielają się głębszym wrębem od pozostałych i tworzą jedną wargę, a trzy pozostałe—drugą. Niekiedy jednak działka ma długi, zwykle wypełniony słodkim sokiem wyrostek — ostrogę (rys. 48). Czasem kielich opada przed rozwinięciem się kwiatu z pączka i wtedy zowie się znikliwym (rys. 49). Przeciwnie, w innych razach, kielich, zwany trwałym, pozostaje po opadnięciu innych części kwiatu. Taki kielich spotykamy np. u wielu roślin złożonych pod postacią puchu (rys. 50).

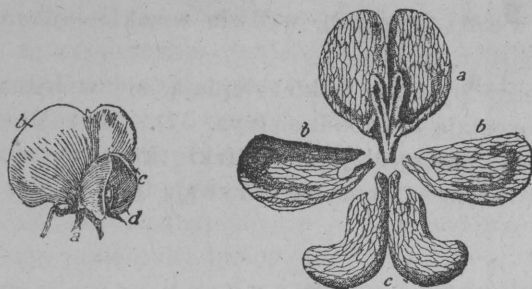


Rys. 50. Kwiatki roślin złożonych z kielichem pod postacią puchu.



Rys. 51. 'Płatek' goździka.

Liczba płatków korony prawie zawsze odpowiada liczbie działek kielicha, i płatki stoją w odstępach pomiędzy działkami kielicha. Różne postacie koron mają różne nazwy. Korony np. krzyżowe składają się z czterech równych płatków, korony różowate z pięciu, goździkowate również z pięciu płatków, zewężających się u dołu w paznokiec (rys. 51). Do koron symetrycznych rozdzielнопłatkowych zaliczyć można koronę motylkową, która składa się z pięciu płatków (u góry żagla, dwóch



Rys. 52. Kwiat grochu w całości i podzielony na części: a—żagiel, b—wiosła, c—łódeczka.



Rys. 53. Korona wargowa.

bocznych wioseł i dwóch dolnych płatków łódeczki), np. w kwiatach grochu (rys. 52).

Korona zrosłopłatkowa może być regularną—lejkowatą, dzwonkowatą (np. dzwonek), rurkowatą lub też symetryczną, np. korona wargowa (rys. 53), poczworowata (rys. 54), języczkowata (rys. 50 a).

Pręcik służy do wytwarzania pyłku kwiatowego. Składa się on z nitki i pylników, czyli zbiorników pyłku, przytwierdzonych do nici zapomocą łącznika (rys. 55).

Zwykle bywa dwa. pylniki, pękające w stanie dojrzałym zapomocą szpary podłużnej lub otwierające się u góry.

Liczba pręcików bywa bardzo różna; jeżeli pręcików jest nie więcej, niż 12, to ich liczba jest stała zwykle dla jednej i tejże rośliny, pręciki w większej ilości bywają często w liczbie niestąlej.

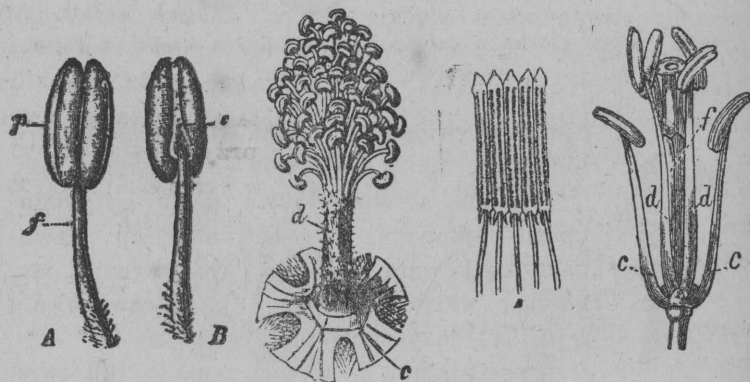
Pręciki mogą się zrastać z sobą i z innymi częściami kwiatu. Pręciki, zrosnięte nitkami w jedną wiązkę, nazywamy jedno-



Rys. 54. Poczworowata korona z ostrogą kwiatu inicy.

wiązkowemi (rys. 56), w dwie wiązki — dwuwiazkowemi i t. p.

Niekiedy pylniki tylko zlepiają się w jedną rurkę, a nici pozostają swobodne (rys. 57). U roślin zrosłopłatkowych najczęściej do rurki korony przrastają pręciki i razem z koroną odrywają się z dna kwiatowego.



Rys. 55.

Rys. 56.

Rys. 57.

Rys. 58.

Rys. 55. Pręcik: f—nitka, p—pylnik, c—łącznik, dostrzegalny tylko z jednej strony. — Rys. 56. Pręciki jednowiazkowe malwy: d—nitki zrosnięte, c—osadnik. Rys. 57. Pręciki zrosłopylnikowe z wolnymi nitkami (B.). Rys. 58. Pręciki (i słupek—f) gorczyca; c—pręciki krótsze, d—dłuższe.

Zwykle pręciki jednego kwiatu mają jednakową wielkość; niekiedy jednak różnią się pomiędzy sobą, np. z sześciu pręcików kwiatu bywają cztery dłuższe (pręciki czterosilne) (rys. 58), lub z czterech dwa dłuższe (dwusilne).

Wszystkie pręciki kwiatu tworzą pręcikowie. Pręciki, które nie mają pylników, nazywają się prątniczkami.

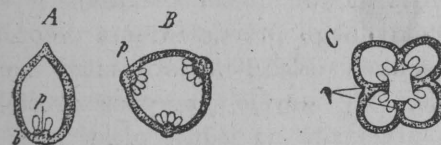
Ziarnka pyłu, które wiatr roznosi, bywają zwykle gładkie; w roślinach, które bywają zapylane przez owady, pyłek ma powierzchnię kolczastą, np. u cykorji (rys. 59).



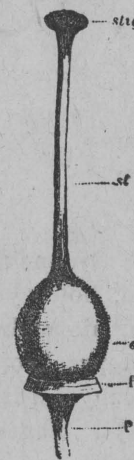
Rys. 59. Pyłki: cykorji, nasturcji i męczennicy niebieskiej (znacznie powiększone).

W środku kwiatu znajdują się wszystkie słupki, które razem nazywają się słupkowiem. Słupek składa się ze zmienionych listków, zwanych owocolistkami; każdy osobny owocolistek może utworzyć oddzielny słupek, lub też kilka owocolistków zrasta się razem i tworzy jeden słupek (wielokrotny); przytem słupek wielokrotny może być jednokomorowym, jeżeli wszystkie owocolistki zrastają się brzegami, lub wielokomorowym, jeżeli zrastają się częścią ścianek.

Dolna, szersza część słupka jest zalążnią. W zalążni, często pustej wewnątrz, znajdujemy drobne ziarnka, z których później tworzą się nasiona — zalążki. Zalążki najczęściej stoją w miejscu zrastania się brzegów owocolistka, czyli w t. zw. szwie; miejsce to nazywa się łożyskiem. Ile owocolistków w słupku, tyle zwykle bywa łożysk w zalążni. Łożyska bywają ściennne (rys. 60 A i B), lub kątowe (C).



Rys. 60. Przecięcie słupków: A—słupek jednokrotny i jednokomorowy; B — trójkrotny jednokomorowy; C—czterokrotny i czterokomorowy; p—łożysko.



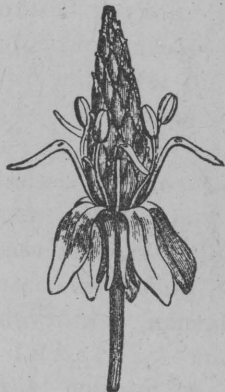
Rys. 61. Słupek: o—zalążnia, st—szyjka, stig—znamię.

Zalążków w zalążni może być wiele lub też tylko jeden. Niekiedy w słupkach wielokrotnych jednokomorowych łożysko znajduje się na wypukłym dnie zalążni, i wtedy mówimy, że łożysko jest środkowe.

Przedłużeniem zalążni jest szyjka, która na wierzchołku kończy się znamieniem; znamię zwykle bywa pokryte brodawkowatymi wyniosłościami lub włoskami (rys. 61); jeżeli szyjka jest bardzo krótka, znamię jest siedzące.



Rys. 62. Narzys kwiatu marchwi.



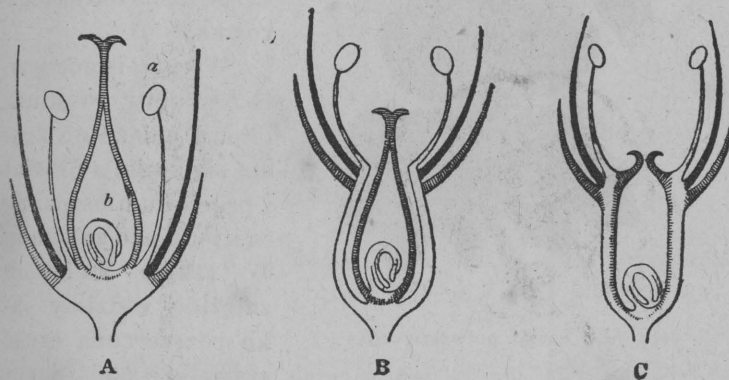
Rys. 63. Kwiat mysiurka (powiększony).

Rysunek kwiatu nie oddaje należycie układu jego części, bo zwykle części zewnętrzne zakrywają środek kwiatu; nie widzimy również układu części kwiatu na rysunku przekroju. Dla dokładnego przedstawienia położenia, liczby i różnych stosunków części kwiatu służy narzys, czyli diagram kwiatu. W narzysie przypuszcza się, że części kwiatu leżą w przekroju na jednej płaszczyźnie.

Zwykle tak bywa, że różne części kwiatu leżą tu kolejno w następujących po sobie okręgach kół; każde koło, na którym leżą jedne części kwiatu, tworzy jeden okółek,

oddzielony pewnym odstępem od innych; liczba części w każdym okółku jest najczęściej stałą. Np. w diagramie kwiatu marchwi (rys. 62) widzimy kielich z pięciu małych działek w pierwszym okółku, następnie koronę z pięciu różnej wielkości płatków, z których każdy leży pomiędzy dwiema działkami, a w środku kwiatu pięć pręcików międzyległych z płatkami i jeden słupek.

W innych wypadkach (daleko rzadziej) części kwiatu są umieszczone na jednej linii spiralnej od działek kiel-



Rys. 64. Schematyczne przekroje kwiatów: A—kwiat dolny, B—około-założniowy, C—górny.

cha do słupków; w tych razach często liczba różnych części nie jest stałą. Niekiedy części okwiatu są umieszczone w okółkach, a pręciki i słupki na obiegu wężownicy, np. mysiurek (rys. 63).

Zależnie od rozmaitego położenia zalążni na dnie kwiatowym mamy kwiaty dolne, okołożalążniowe i górne.

W kwiecie dolnym osadnik jest końcem szypułki, na którym jest umieszczony słupek; pręciki, płatki i działki przymocowane są wówczas pod zalążnią (rys. 64).



Rys. 65. Kwiat potworny róży.

stałymi częściami kwiatu. Każda z tych trzech postaci kwiatu jest dla pewnych grup roślin cechą stałą, na zasadzie której odróżnia się często rodziny botaniczne.

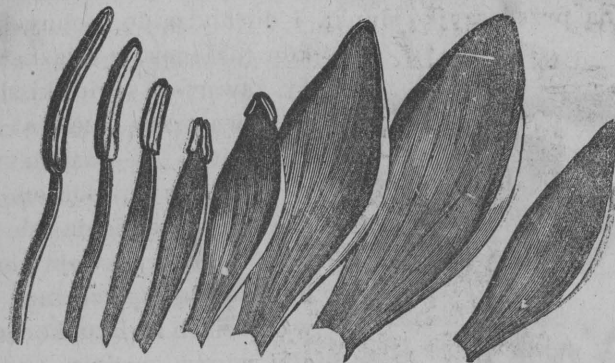
Pojedyncze części kwiatu są tylko zmienionymi liśćmi. Pączek kwiatowy w stanie młodym jest zupełnie podobny do pączków liściowych, a części kwiatu tworzą się z brodawek, podobnych do założeń liści. W pewnych wypadkach stożek wzrostu w kwiatku rośnie dalej i wytwarza zwykły pęd liściasty, niekiedy z nowymi kwiatami. Na rys. 65 widzimy taki potworny kwiat róży.

Działki kielicha i płatki korony podobne są z budowy swojej do liści zwykłych. Bywa cały szereg przejść od liści do przykwiatków i od tych do działek kielicha.

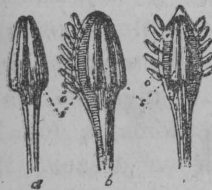
Kwiat nazywa się okołozalążniowym, jeżeli rozrośnięty osadnik przybiera kształt wklęsły, niekiedy nawet wypukły pośrodku, ale pomiędzy pręcikami a słupkiem pozostaje zagłębienie w postaci okrągłego rowka.

W kwiecie górnym rozrośnięty osadnik otacza zalążnię i zraść się z nią, a okwiat i pręciki umieszczone są wtedy nad zalążnią. W takich kwiatkach zalążnię widzimy jako rozszerzoną część szypułki pod pozo-

stając w kwiatkach grzybienia białego (rys. 66) możemy znaleźć wszystkie formy pośrednie pomiędzy zielonemi działkami kielicha, białemi płatkami korony i pręcikami, które powstają ze zwięzionych płatków. W kwiatkach pełnych wszystkie pręciki i słupki mogą się zamienić na płatki



Rys. 66. Płatki i pręciki grzybienia białego i formy pośrednie.



Rys. 67. Pręciki rojnika: a—pręcik zwykły; b i c—pręciki z zalążkami.



Rys. 68. Ziarno pyłku dyni kielkujące w łagiewkę (tp).

korony. W niektórych kwiatkach rojnika (*Sempervivum tectorum*) można znaleźć obok pręcików zwykłych pręciki z pewną ilością zalążków (rys. 67). W kwiatkach koniczyny łakowej pojedynczy owocolistek słupka zamienia się niekiedy na liść z brzegiem ząbkowanym.

Budowa kwiatu zawsze najlepiej odpowiada jednemu celowi — wytworzeniu nasion. Nasiona wytwarzają się po opyleniu słupka, t. j. wtedy, gdy pyłek kwiatowy zostanie przeniesiony na znamię słupka. Wówczas pojedyncze ziarenka pyłku pękają, a zawartość ich wyrasta w łagiewki (rys. 68); łagiewki rosną przez szyjkę słupka i dochodzą do osobnych otwor-



Rys. 69. Kwiatek pozłotki podczas pogody—1; ten sam kwiatek zwinięty na deszcz—2.

ków (okienek) w zalążkach. Wtedy zawartość łagiewki zlewa się z wewnętrzną częścią zalążka, a zjawisko to nosi nazwę zapłodnienia, poczem zalążek stopniowo zamienia się na nasienie. Przy rozwoju nasion odbywają się jeszcze inne zmiany w częściach kwiatu; korona i pręciki wtedy opadają.

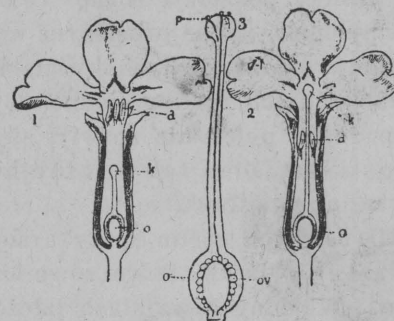
Opylenie kwiatów odbywa się zawsze prawie w powietrzu. Często kwiaty bywają zabezpieczone w szczególny sposób, aby pyłek nie był zmoczony wodą. W tym celu niektóre kwiaty bywają pochylone na dół. Inne zamykają się na deszcz. Żółte kwiatki pozłotki kalifornijskiej (*Eschscholtzia califor-*

nica) są szeroko otwarte w ciągu dnia; opada na nie gruba warstwa pyłku; w ciągu nocy każdy płatek związa się i tym sposobem zabezpiecza zebrany pyłek (rys. 69). Do ochrony pyłku od deszczu służą także górne wargi w koronach wargowych i poczwarowatych; wreszcie pylniki niektórych roślin otwierają się tylko podczas suchej pogody.

Pyłek przenosi się z jednego kwiatu na słupek drugiego przy pomocy wiatru lub zwierząt. Większość roślin nasiennych, mających kwiaty obupłciowe, unika opylenia słupka pyłkiem tego samego kwiatu, t. j. unika samoopylenia i dąży do krzyżowania, t. j. do tego, aby pyłek z jednego kwiatu dostał się na słupek drugiego.

Rośliny opylane wiatrem, czyli t. zw. wiatropylne, dają dużo pyłku, który unosi się w powietrzu w większych masach; dużo tych roślin kwitnie przed rozwinięciem się liści; znamiona słupków dla łatwiejszego łapania pyłku mają kształt piórkowaty lub pędzelkowaty.

Rośliny opylane przez zwierzęta mają najczęściej kwiaty jaskrawo zabarwione i posiadają różne środki do wabienia tych zwierząt, przy pomocy których odbywa się opylenie. Opylenie tych roślin odbywa



Rys. 70. Kwiaty pierwiosnki. Przekroje kwiatów: 1—kwiat krótkoszyjkowy, 2—kwiat długoszyjkowy, 3—przekrój słupka, p—kiełkujący pyłek, oo—zalążki.

się najczęściej za pośrednictwem owadów. Niektóre owady ńeći słodki sok, zawarty w miodnikach; inne mogą składać jaja w zalążniach i w ten sposób zabezpieczyć istnienie młodego pokolenia. W jednym i drugim wypadku owad, zatrzymujący się na kwiecie, pokrywa się pyłkiem, który przenosi następnie na inne kwiaty. Kwiaty jukki bywają opylane przez ćmę *Pronuba*; pewne gatunki fig opylają drobne owady, zbliżone do os (*Blastophaga grossorum*). Rośliny o długich rurkach korony

bywają opylane przez motyle, posiadające długie trąbki. Inne rośliny bywają opylane przez owady błonkoskrzydłe, motyle, niekiedy drobne chrząszcze. Kwiaty o przykłej woni bywają opylane przez muchy. Zwykle pyłek pręcików pozostaje w tem miejscu na ciele owada, które później przy przejściu na inny kwiat dotknąć może znamienia słupka.

Są wreszcie rośliny opylane przez drobne ptaki (kolibry) i mięczaki.

Rośliny posiadają różne środki w celu uniknięcia samoopylenia. W najprostszym wypadku pręciki i słupki znajdują się na różnych kwiatach lub nawet na różnych egzemplarzach rośliny (jedno- i dwupienne). W innych wypadkach pyłek nie rozwija się na znamieniu tego samego kwiatu, lub też w jednych kwiatach zanikają pręciki, w innych słupki.

U pewnych roślin spotyka się dwoistość (*Dichogamia*) kwiatów, która również służy do tego samego celu. W jednych kwiatach (złożone, baldaszkowate) rozwijają się naprzód pręciki kwiatu, później słupki (kwiaty przedprątne — *protandria*), w innych znowu (rzadziej) odwrotnie — naprzód słupki, później — pręciki przedślupne — *protogynia*), np. babka. W jednym i drugim razie samoopylenie jest niemożliwe, bo albo pyłek już się wysypał, zanim dojrzało znamie, albo odwrotnie — znamie zwiednie przed wysypaniem się pyłku.

Do tego celu prowadzi również dwupostaciowość (*Dimorphismus*) pewnych części kwiatu. Np. pewne osobniki pierwiosnka (*Primula*) mają kwiaty o długich szyjkach słupka, a krótkie pręciki, inne odwrotnie — pręciki długie, a szyjki krótkie (rys. 70). Ponieważ owad, odwiedzając kwiaty, zajmuje zawsze pewne położenie w rurce korony, musi przeto przenosić pyłek z pręcików, leżących wysoko, na słupki długoszyjkowe, z leżących

niżej pręcików — na słupki krótkoszyjkowe. Spotykają się kwiaty trójpostaciowe, oraz bywają wypadki jeszcze bardziej złożone.

KWIATOSTANY.

Kwiaty rzadko kiedy stoją pojedynczo na roślinie: najczęściej zebrane są na osobnych pędach rozgałęzionych. Sposób ułożenia kwiatów na roślinie jest dla danego gatunku stały i nazywa się *kwiatostanem*. Można przypuścić, że kwiatostany są również środkiem do przywabiania owadów: kwiaty pojedyncze w kwiatostanach są zwykle drobne, ale zbiór ich większy z łatwością staje się widocznym.

Odróżniamy dwa rodzaje kwiatostanów, odpowiadające dwom głównym sposobom rozgałęzienia łodygi (patrz str. 14): kwiatostany groniaste i wierzehotkowe.

Pierwsze odpowiadają bocznemu rozgałęzieniu pędów; oś główna rozgałęzia się silniej od bocznych; kwiaty najmłodsze znajdują się w środku kwiatostanu i rozkwitają później od stojących z brzegu; z tego powodu ten rodzaj kwiatostanów można nazwać *dośrodkowym*.

Do takich kwiatostanów należą:

Grono — wydłużona oś główna ma kwiaty umieszczone na szypułkach prawie równej długości (rys. 71), np. porzeczka.

Kłosa — na osi głównej kwiaty siedzące (rys. 72), np. kłosa babki. Jeżeli oś główna jest gruba i mięsista, kwiatostan jest odmianą kłosa, zw. *bulawką* (rys. 73), przy osadzie zaś wiotkiej i zwieszającej się — *kotką* albo *bazią*, np. u wierzby, osiny.

Baldaszek — oś główna krótka, na końcu której wychodzą kwiaty na szypułkach (rys. 74) równej długości, np. u cebuli.

Koszyczek — oś główna krótka, kwiatki siedzące (rys. 75), np. u stokrotki, słonecznika.

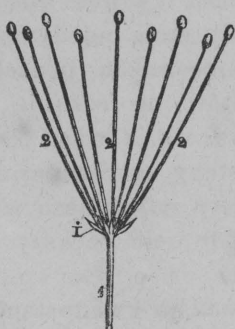
Baldachogron — ma kwiaty na szypułkach niejednakowej długości, ale dochodzące do jednego poziomu (rys. 76), np. u bzu lekarskiego.



Rys. 71.



Rys. 72.



Rys. 73.



Rys. 76.



Rys. 73.



Rys. 75.

Rys. 71. Grono. — Rys. 72. Kłos. — Rys. 73. Buławka czermienia łąkowego. — Rys. 74. Baldaszek. — Rys. 75. Koszyczek. — Rys. 76. Baldachogron.

W kwiatostanach wierzchotkowych, które odpowiadają końcowemu rozgałęzieniu łodygi, oś główna wcześniej przestaje rosnać, a osi boczne są rozgałęzione silniej; ponieważ kwiaty środkowe rozkwitają najpierw, a później boczne, kwiatostany te można nazwać odśrodkowymi.

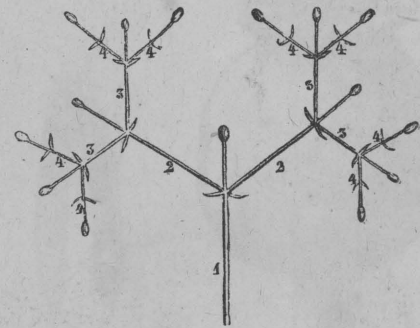
Do tych kwiatostanów zaliczają się:

Sierpik — oś główna zakończona kwiatkiem; od niej odchodzi znowu oś pojedyncza z kwiatkiem, od tej oś trzecia i t. d. Wszystkie osi leżą w jednej płaszczyźnie (rys. 77), np. u niezapominajki.

Wierzchotka — oś główna zakończona kwiatkiem; z boku odchodzą dwie osi boczne z kwiatkami, i każda daje po dwa rozgałęzienia i t. d. (rys. 78), np. u tyśnięcia.



Rys. 77. Sierpik.



Rys. 78. Wierzchotka.

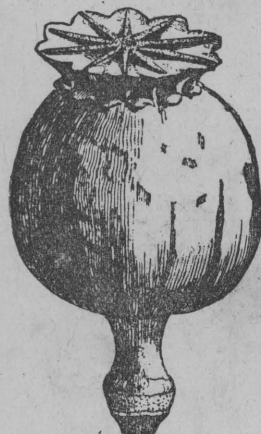
Kwiatostany proste mogą się łączyć w kwiatostany złożone; np. kłosa większości roślin zbożowych są kłosami złożonymi, z których każdy składa się z kłosek pojedynczych; kwiatostan krwawnika jest baldachogronem, złożonym z koszyczków.

W różnych kwiatostanach obok kwiatów znajdują się przykwiatki, często w postaci zmienionej; w baldaszkach złożonych takie przykwiatki noszą nazwy pokrywek i pokrywecek, w buławce — pochwy.

OWOC.

Część rośliny, która się rozwija z nieopadających części kwiatu, nazywa się owocem.

Owoc może mieć mniej lub więcej złożoną budowę; w wypadku najprostszym składa się tylko z rozrośniętej



Rys. 79.



Rys. 82.



Rys. 81.



Rys. 80.

Rys. 79. Torebka maku. — Rys. 80. Skrzynka kurzyślada.
Rys. 81. Mieszek tojadu (*Aconitum*). — Rys. 82. Strąk grochu.

zalażni. Często w skład owocu wchodzi części osadnika (szczególniej w kwiatach okołozalażniowych i górnych), a nawet niekiedy przykwiatki. Można przedewszystkiem odróżnić owoce proste od wielokrotnych, zależnie od pochodzenia owocu od prostego lub wielokrotnego słupka.

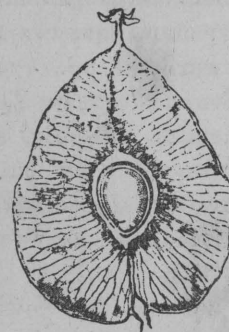
Rozmaitość postaci owocu zależy od różnych sposobów rozsiewania nasion.

Część owocu, otaczająca nasiona i złożona z owocolistków, nazywa się owocnią lub nasiennikiem. Od budowy i składu owocni zależą rozmaite kształty owocu, które dają się sprowadzić do kilku typów głównych.

1. Torebka — owoc z owocnią suchą, która pęka przy dojrzewaniu. W torebkach maku nasiona wysypują



Rys. 83.



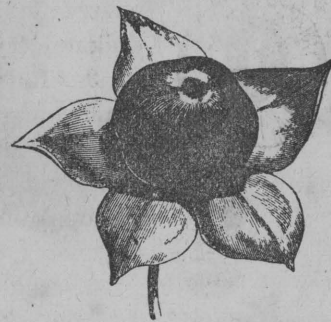
Rys. 84.



Rys. 85.



Rys. 86.



Rys. 87.

Rys. 83. Łuszczyna laku. — Rys. 84. Skrzydlak wiazu. — Rys. 85. Rozłupnia roślin baldaszkowych. — Rys. 86. Rozłupnia malwy. — Rys. 87. Jagoda pokrzyki (*Atropa belladonna*).

się przez otworki, umieszczone w części górnej (rys. 79); torebka kurzyślada (*Anagallis arvensis*) otwiera się wieczkiem i nosi nazwę skrzynki (rys. 80). Inne postaci torebki mają nazwy osobne:

Mieszek jest torebką, składającą się z jednego owocolistka i pękającą szwem (rys. 81).

Strąk składa się również z jednego owocolistka, który przy dojrzewaniu dzieli się na dwie części (rys. 82).

Łuszczyzna składa się z dwóch owocolistków, które przy dojrzewaniu odrywają się od przegródki środkowej (rys. 83).

2. Orzech jest owocem z suchą owocnią, nie pękającą przy dojrzewaniu i nie rozdzielającą się na pojedyncze owocolistki. Właściwymi orzechami nazywają się owoce z zewnętrznymi powłokami twardymi, np. orzech laskowy; jednonasienne orzeszki z owocnią skórzastą są ziarnowcami, jeżeli owocnia przyrasta do nasienia, np. u roślin zbożowych, lub też niełupkami z owocnią nie przyrośniętą, np. owocki słonecznika. Niełupki, opatrzone skrzydełkami, nazywają się skrzydlakami (rys. 84).



Rys. 88. Przekrój pestkowca wiśni.

3. Rozłupnia jest owocem wielokomorowym, który przy dojrzewaniu dzieli się na oddzielne części — rozłupki, z których każda niezem się nie różni od niełupka, np. rośliny baldaszkowe, malwa (rys. 85 i 86).

4. Jagoda ma owocnię soczystą z wielu nasionami o twardej skórce, np. winogrono, pokrzyk (rys. 87), dynia, pomarańcza. W jabłku wyróżnia się wewnętrzna warstwa pergaminowa, otaczająca nasiona.

5. W pestkowcach owocnia składa się z jednej warstwy soczystej i miękkiej, a drugiej twardej i kamienistej (rys. 88). Pestkowcami są owoce z jednym nasieniem, jak np. wiśnia, brzoskwinia, orzech włoski, migdał; niekiedy nawet z kilku nasionami. Warstwa zewnętrzna niekiedy bywa sucha i gąbczasta, jak np. w t. zw. orzechach kokosowych.

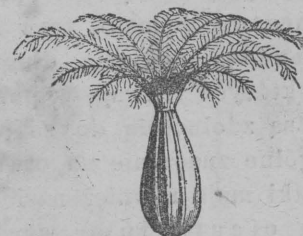
Budowa owocu stoi w związku ze sposobem rozsiewania nasion. Gdyby wszystkie nasiona np. upadły na zie-

mię około rośliny macierzystej i zaczęły kiełkować, już w ciągu paru lat dookoła drzewa utworzyłyby się zarośla, zabierające dużą ilość pożywienia z ziemi. Większa ilość nasion rośliny wtedy tylko przyczynia się do rozszerzenia danego gatunku, jeżeli nasiona znajdą odpowiednie warunki do kiełkowania. Różne postaci owocu zapewniają roślinom różne sposoby rozsiewania nasion.

Nasiona, zawarte w owocach suchych, bywają niekiedy rozrzucone daleko przy pękaniu owocu. Dojrzałe owoce niecierpka (*Impatiens noli me tangere*) pękają



Rys. 89. Owoc uczepu (*Bidens*).



Rys. 90. Niełupka kozłka (*Valeriana*) z puchem.

z trzaskiem przy dotknięciu, rozsypując nasiona na dużą odległość.

Nasiona, zawarte w różnych torebkach, rozsiewają się, jeżeli wiatr kołysze łodygę. Często spotykają się owoce, zaopatrzone w haczyki, zapomocą których przyczepiają się do sierści przechodzących zwierząt i tym sposobem rozsiewają się na dalekiej przestrzeni. Do takich roślin zaliczyć można różne gatunki łopianu (*Lappa*), uczepu (*Bidens*, rys. 89), przytulji i inne.

Najczęściej spotykają się przystosowania do rozsiewania nasion zapomocą wiatru. Zwykle owoce lub nasiona mają różnego kształtu puch lub błonkowate skrzydełko.

Do owoców ze skrzydełkami zaliczyć można skrzydłaki klonu, wiązu (rys. 84), jesionu i inne. Jak przekonały robione w tym celu doświadczenia, nasiona sosny po obcięciu skrzydełka unoszą się w powietrzu przez czas znacznie krótszy: nasiona takie bez przyrządu do lotu spadają na ziemię siedem razy szybciej. Owoce ostu, ostroźnia i kozłka (rys. 90) posiadają puch; niekiedy puch taki (u ostroźnia) łamie się przy najlżejszym uderzeniu, a wtedy niełupka szybko spada na ziemię. W taki sposób objaśnia się ta okoliczność, że ostrożeń najczęściej spotyka się około płotów i ścian.

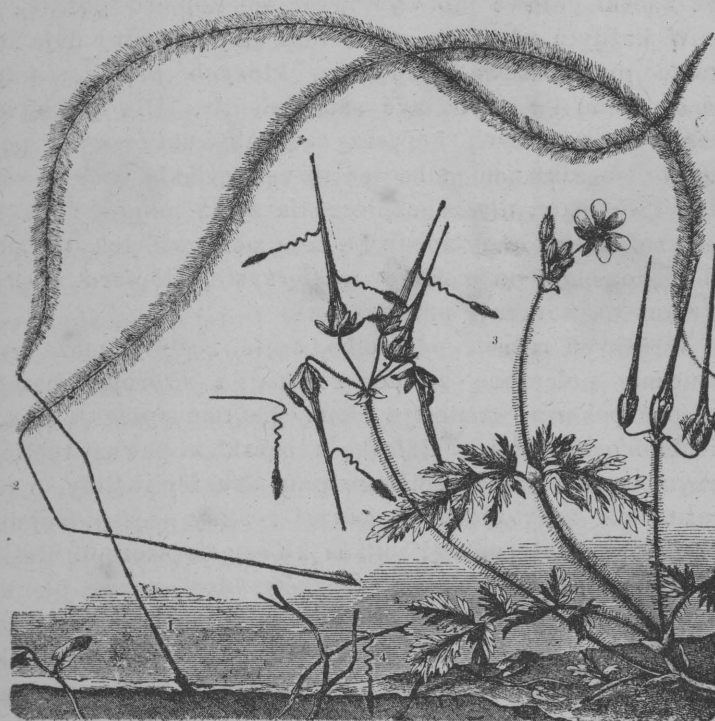
Ziarnowce jednej z traw stepowych—ostnicy (*Stipa pennata*), posiadają długie ości piórkowate, przy pomocy których fruują w powietrzu, a oprócz tego obdarzone są zdolnością do zakopywania się w ziemi, co ma szczególne znaczenie na otwartym stepie. Podobne ostre wyrostki mają również nasiona żórawiego noska (*Erodium cicutarium*); wyrostki te kurczą się w powietrzu suchem i rozprostowują w wilgotnem i zapomocą takich ruchów higroskopijnych zakopują się w ziemię (rys. 91). Całe rośliny wraz z nasionami niekiedy odłamują się od korzenia, tworząc splątana kulę gałązek i w tej postaci toczą się po stepie, jak piłki, rozsiewając po drodze nasiona (*Salsola kali*, *Gypsophila paniculata*).

Owoce soczyste w czasie dojrzewania nasion mają jaskrawe zabarwienia i łatwo zwracają uwagę ptaków, które roznoszą nasiona. Pestka w tym wypadku zabezpiecza nasienie od uszkodzenia.

Wreszcie do rozsiewania roślin przyczynia się bardzo i człowiek. Wraz ze zbożem europejskiem do Ameryki przeniosło się 260 roślin europejskich i żyje tam obecnie w stanie dzikim.

BEZPŁCIOWE ROZMNAŻANIE ROŚLIN.

Bardzo wiele roślin rozmnaża się bez wytwarzania nasion. Poziomka np. i truskawka dają nici, które się płożą po ziemi, przymocowują w pewnych punktach i two-



Rys. 91. 1 i 2 — nasiona ostnicy; 3 i 4 — żórawiego noska.

rzą nowe osobniki. Inne, np. ziarnopłon, dają bulwki, odpadające od rośliny macierzystej i łatwo rozrastające się na ziemi.

Można również bez nasion rozmnażać rośliny sztucznie. W tym celu prawie zawsze oddziela się od rośliny pewną

część z pączkiem. Tym sposobem z łatwością rozmnażają się wierzby i topole przez zasadzenie gałązek w ziemi; zamiast części łodygi można użyć rozgałęzień korzenia, cebul, kłączy, a nawet oddzielnych liści (begonia, rys. 4). Na częściach rośliny, służących do rozmnażania, mogą być pączki gotowe lub wytwarzać się dopiero później.

W każdym wypadku oddzielona część rośliny daje korzenie przybyszowe, zapomocą których przymocowuje się do ziemi i zaczyna żyć samodzielnie. Dla przyspieszenia rozwoju tych korzeni sadzonki umieszczają pod pokryciem szklanym, albo też trzymają jakiś czas w wodzie. Niekiedy, dla zabezpieczenia życia młodej rośliny, gałązkę drzewa przymocowują zapomocą widełek do ziemi i oddzielają od rośliny macierzystej dopiero wtedy, gdy już da korzenie przybyszowe.

W innych razach oddzielna część rośliny może być sztucznie połączona z inną rośliną, z którejby mogła czerpać pokarm, zamiast z ziemi. Na tem polegają szczepienia i oczkowania. Gałązkę z pączkiem pewnej rośliny przymocowuje się do ściętego pnia drugiej rośliny, o ile można tak, żeby pierścień miazgi rośliny szczepionej dotykał pierścienia miazgi tej, na której się szczepi. Roślina, która jest żywicielem pączków, nosi nazwę płonki. Jeden tylko pączek z niewielkim kawałkiem kory nazywa się oczkiem. Szczepić i oczkować można tylko gatunki bardzo pomiędzy sobą bliskie, najczęściej tylko odmiany tego samego gatunku. W taki sposób pączek przechowuje wszystkie znamiona rośliny macierzystej, któreby uległy niekorzystnym zmianom, gdyby roślinę rozmnażać normalnie zapomocą nasion.

Rośliny zarodnikowe również w wielu wypadkach rozmnażają się bez wytworzenia zarodników. Zapomocą pączków np. rozmnażają się często paprocie i mchy.

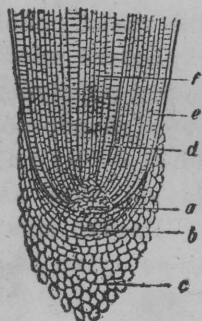
ANATOMJA.

Jeżeli z pewnego narządu rośliny zrobić dostatecznie cienki skrawek, umieścić na szkle i rozpatrywać przez mikroskop, to dają się zauważyć oddzielne części, podobne do oczek w tkaninie lub komórek w plastrze miodu. Każda taka część, odgradzona od innych, jest pojedynczą komórką. To, co zwykle daje się zauważyć naprzód, jest najczęściej jedną tylko częścią komórki — błoną. Wewnątrz każdej żywej komórki znajduje się część najważniejsza — zaródź (protoplasma). Rzadko spotykają się komórki nagie bez błony, złożone tylko z zarodzi.

Pewne rośliny niższe składają się tylko z jednej komórki. Drożdże, niektóre wodorosty składają się z masy maleńkich kulek, i każda kulka jest pojedynczą komórką i zarazem rośliną. Większa część, nawet niższych roślin, składa się jednak z wielkiej ilości komórek. U roślin wyższych tylko pewne części są jednokomórkowe, np. ziarnka pyłku kwiatowego, włoski. Korzenie, łodygi, liście i t. p. narządy roślin składają się ze znacznej liczby komórek.

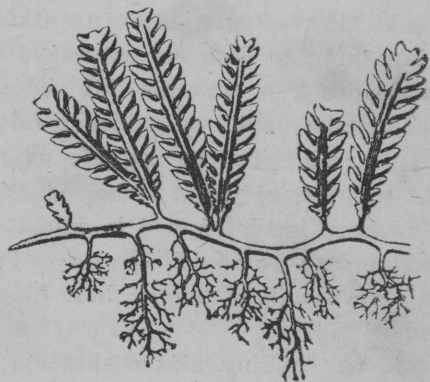
Na skrawku ze stożka wzrostu korzenia (rys. 92) lub łodygi widzimy wszystkie komórki jednakowe, jeżeli jednak zrobimy skrawek z części narządu dojrzałego, znajdziemy komórki bardzo różne — jedne drobne, inne większe komórki o ściankach zgrubiałych i cienkich, komórki bez protoplazmy i komórki napełnione. W narządach

dojrzałych z początku jednakowe komórki różniczkują się, specjalizują i stopniowo zaczynają pełnić różne czynności. W tem leży dobra strona budowy komórkowej organizmów — różne komórki rośliny służą do różnych celów — jedne osłaniają wewnętrzne części rośliny, inne wchłaniają wodę, trzecie przechowują materiały zapasowe. Im większa różnorodność komórek, tem bardziej złożona budowa organizmu i tem doskonalszy organizm.



Rys. 92.

Rys. 92. Skrawek podłużny z koniuszeczka korzenia kukurydzy, znacznie powiększony; c — czapeczka, b — miejsce wzrostu, a i f — wykazuje różniczkowanie się komórek. — Rys. 93. Wodorost pełzaczka (Caulerpa — wielkość naturalna).



Rys. 93.

Wyjątkowo spotykamy organizmy roślinne nie podzielone na komórki, ale składające się jakby z jednego pęcherzyka dość znacznej wielkości z pewną ilością podpórek wewnątrz (rys. 93). Takie organizmy, zwane komórczakami, stoją na granicy pomiędzy roślinami jednokomórkowymi i wielokomórkowymi i przedstawiają najwyższy stopień, do którego posunęły się rośliny jednokomórkowe. Rośliny wyższe, wielokomórkowe, np. zioła

i drzewa, zajęły cały ład i rozpowszechniły się na znacznym obszarze ziemi; komórczaki należą do niewielu rodzajów wodorostów.

Budowa komórkowa była korzystniejsza dla roślin nie tylko z powodu lepszego podziału pracy, ale i ze względów wytrzymałości. Rośliny komórkowe, podzielone przegódkami na większą ilość części oddzielnych, łatwiej się opierają zniszczeniu, niż komórczaki z dużą ilością wewnętrznych podpórek.

W młodych częściach rośliny komórki są połączone z sobą ściśle, później pomiędzy komórkami powstają miejsca próżne — przestwory międzykomórkowe. Im większe przestwory międzykomórkowe, tem luźniejszy bywa połączenie komórek; wewnątrz dojrzałego pylnika, np., leżą obok siebie komórki pyłku zupełnie oddzielnie.

Kształt komórek może być bardzo różny. Komórki mogą być kuliste, wielościennie, półksiężycowate, gwiazdkowate lub rozgałęzione w rozmaity sposób.

Najczęściej komórki są tak drobnej wielkości, że dają się zauważyć tylko przy pomocy mikroskopu; niekiedy wielkość komórki bywa mniejsza od $\frac{1}{1000}$ mil.; inne, jak np. komórki z owocu pomarańczy, dają się odróżnić gołym okiem. W naszych wodach słodkich spotyka się wodorost Woszerja, który tworzy długie, zielone nici, przymocowane jednym końcem do przedmiotów podwodnych; każda taka nić ze wszystkimi rozgałęzieniami jest pojedynczą komórką. Przykładem komórek bardzo długich są również oddzielne włókna waty.

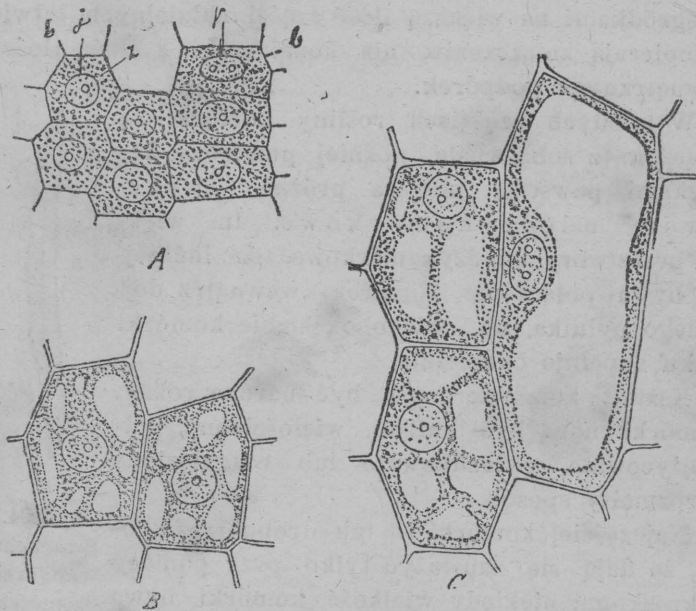
Odróżniają długie komórki postaci wrzecionowatej, zastrzone na końcach — prosenchymatyczne (rys. 94),



B

Rys. 94.
Prosenchymatyczna
komórka
(włókno).

od komórek krótkich — parenchymatycznych (rys. 95). W młodych częściach rośliny wszystkie komórki mają jednakową postać, dopiero później niektóre z nich wydłużają się, tworząc komórki prosenchymatyczne. Te ostatnie wszędzie są wydłużone w kierunku długości samego narządu, dlatego też na przecięciu poprzecznym



Rys. 95. A—komórki młode (parenchymatyczne); C—komórki starsze; w jednej komórce wakuola wypełnia prawie całe wnętrze; b—błona, z—zaródź, j—jądro.

widzimy przekrój, podobny do parenchymy, a na podłużnym spostrzegamy różnicę pomiędzy dwiema postaciami komórek.

Pewne komórki tracą zupełnie swą zawartość wewnętrzną i są napełnione powietrzem. Takie komórki tworzą część martwą rośliny; komórka bez protoplazmy

nie rozmnaża się, nie rośnie i nie ulega dalszym zmianom. Z takich komórek martwych składa się główna część pnia drzew, twarde skorupy orzechów i t. p.

W zawartości komórki odróżnić można ziarnistą masę, podobną do galarety — zaródź, czyli protoplazmę, (rys. 95 z) i sok komórkowy. W komórkach bardzo młodych nie podobna zauważyć soku komórkowego; cała komórka jest wypełniona protoplazmą, w której leży ciało zwykle okrągłe i twardsze od protoplazmy — jądro (j) (niekiedy wewnątrz jądra widzimy jąderko). Sok komórkowy ukazuje się dopiero stopniowo w komórkach starszych pod postacią oddzielnych kropli, zwanych wakuolami lub wodniczками. Wakuole rosną, zlewają się z sobą, i w końcu powstała w taki sposób jedna wakuola wypełnia prawie całą komórkę, a protoplazma pozostaje jako cienka warstwa, pokrywająca ściany komórki; niekiedy od ścian wychodzą cienkie nici protoplazmy, w różnych kierunkach przecinające wnętrze komórki (rys. 95). W pewnych komórkach oprócz protoplazmy i jądra spotykają się różnego rodzaju ziarna bezbarwne lub kolorowe, kryształy i t. p.

ZARÓDŹ.

Zaródź składa się z różnego rodzaju ciał białkowych, podobnych pod względem składu chemicznego do białka jaja kurzego. W skład ciał białkowych wchodzi węgiel, wodór, azot, tlen i w niewielkiej ilości siarka. Błona komórek składa się tylko z wodorów węgla.

W zarodku daje się odróżnić warstwę zewnętrzną, szklistą bez ziarenek i mniej przezroczystą warstwę wewnętrzną.

Żywa protoplazma ma pewne szczególne własności. Barwniki rozpuszczone w wodzie, w której znajduje się

część żyjącej rośliny, nie barwią protoplazmy; jeżeli jednak protoplazmę zabić zapomocą np. ogrzania, zaczyna wtedy łatwo pochłaniać różne barwniki.

Żywa protoplazma ma zdolność ruchu. Ruch daje się zauważyć w komórkach pokrytych błonami, a jeszcze łatwiej na komórkach nagich bez błon. Jak wszelkie ciała białkowe, protoplazma od kwasu siarkowego i cukru barwi się na czerwono, od kwasu azotowego na żółto.

Zapomocą bardzo cienkich, trudno dostrzegalnych nici, przechodzących przez ściany komórek, protoplazma sąsiednich komórek łączy się z sobą.

JĄDRO.

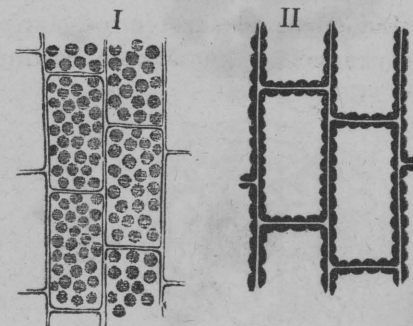
Jądro komórki (rys. 95 j) składa się również z ciał białkowych, zawiera jednak pewną ilość fosforu. Różne barwniki łatwiej barwią jądro, niż protoplazmę. Jeżeli wzięty barwnik był silnie rozcieńczony, to barwi się tylko jądro, a protoplazma pozostaje bezbarwną. Zwykle w komórce bywa tylko jedno jądro, spotykają się jednak komórki z większą ilością jąder. Tak jak komórka pochodzi zawsze od innej komórki, jądro powstaje tylko z podziału innego jądra. Jądro często zajmuje to miejsce w komórce, w którym odbywa się silniejszy wzrost ścianek, lub gdzie zabliźnia się uszkodzenie błony.

PLASTYDY.

W komórkach, oprócz protoplazmy i soku komórkowego, często znajdują się inne jeszcze ciała białkowe, zwane plastydami. Pod względem składu chemicznego niewiele się one różnią od zarodki, ale co do rozwoju są to twory samodzielne: tak jak komórka pochodzi zawsze od

innej komórki, a jądro powstaje tylko z podziału innego jądra, tak i plastydy rozmnażają się zawsze przez podział innych plastyd. Plastydy bywają bezbarwne i wtedy z trudnością dają się zauważyć, lub też zielenieją i tworzą ziarna chlorofilu, czyli zieleni roślinnej (rys. 96); niekiedy plastydy bywają zabarwione czerwono lub żółto. Od chlorofilu zależy zielona barwa liści i zielonych części rośliny, rośliny zielona, umieszczona w spirytusie, traci swą barwę. Pod mikroskopem widziemy chlorofil pod postacią ziarn najczęściej okrągłych; spirytus rozpuszcza barwnik zielony i pozostaje ziarno, składające się z ciała białkowego.

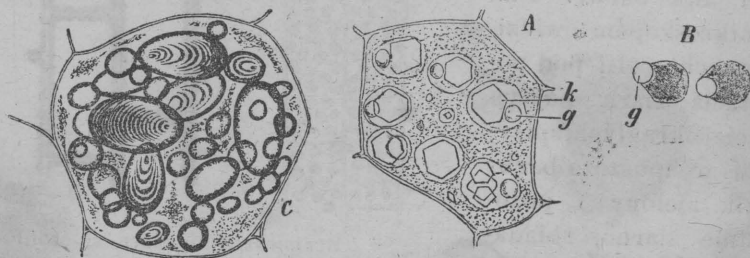
Ziarna chlorofilu obdarzone są zdolnością ruchu; w liściach np. mchów, złożonych tylko z jednej warstwy komórek, w cieniu ziarna chlorofilu zajmują ścianki zewnętrzne komórki, wystawione na słońce, a na silnym świetle przenoszą się na ścianki boczne (rys. 96). Plastydy czerwone i żółte, od których zależy barwa wielu owoców i kwiatów, są podobne do ziarn chlorofilu. Jednak fioletowe i niebieskie zabarwienie roślin zależy od barwy soku komórkowego.



Rys. 96. Rozmieszczenie ziarn chlorofilu w świetle słabym I i na silnym świetle II (powiększone).

MATERJAŁY ZAPASOWE ROŚLINY.

Wewnątrz plastyd, lub na ich powierzchni, tworzą się ziarna krochmalu czyli skrobi, zwanej także mączką. Są to ciała bezbarwne, często uwarstwowane współśrodkowo (rys. 97). Jeżeli na skrawek z bulwy ziemniaka puścić kroplę roztworu jodu (jodiny), to ziarenka skrobi barwią się na fioletowo. Zapomocą tego zabarwienia można odróżnić skrobię od innych ziarn bezbarwnych, spotykanych w komórkach roślinnych. W gorącej wodzie



Rys. 97. Ziarna skrobi z bulwy ziemniaka (zn. powiększone).

Rys. 98. Komórka z ziarnami aleuronu (g) i krystaloidami (k); obok oddzielne ziarno aleuronu z globoidem (g).

ziarna skrobi silnie pęcznieją i dają w końcu klajster. Dużo skrobi zawierają nasiona różnych roślin i podziemne bulwy. Ziarna skrobi miewają różny kształt, zależnie od rośliny, z której pochodzą. Na tej zasadzie można np. zapomocą mikroskopu odróżnić skrobię ryżową od ziemniaczanej. Niekiedy spotykają się ziarna złożone skrobi, w których widzimy kilka ziarn, jakby zlepionych razem. Skrobia należy do wodorotlenków węgla^{*)}, i jej skład chemiczny wyraża się wzorem $C_6H_{10}O_5$ (w którym C oznacza wę-

^{*)} Są to ciała, w których stosunek wodoru do tlenu jest takiż sam, jak w wodzie.

giel, H—wodór, O—tlen, a liczby stosunkową ilość każdego pierwiastku).

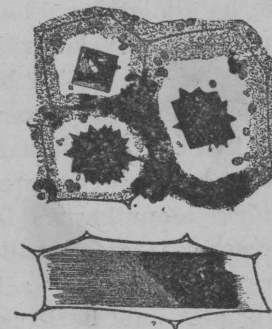
Inne wodany węgla, zawarte w komórce, np. cukier trzcinowy, rozpuszczają się łatwo w soku komórkowym i nie są widoczne bezpośrednio.

Oprócz węglowodanów spotykają się w komórkach nasion, jako materiał zapasowy rośliny, ciała białkowe pod postacią t. zw. ziarn aleuronu (rys. 98 g). Część białka w ziarnach aleuronu przyjmuje postać krystaliczną i nazywa się krystaloidem (k); w ziarnach aleuronu również bywają kryształy szczawianu wapnia i inne sole mineralne (globoidy, rys. 98 B g). Ziarna aleuronu i krystaloidy, tak jak inne ciała białkowe, barwią się od roztworu jodu na żółto.

W soku komórkowym oprócz wodorotlenków węgla spotykają się w roztworze kwasy organiczne (kwas szczawowy, cytrynowy i inne) oraz garbniki. Niekiedy, jako materiał zapasowy rośliny, bywają tłuszcze i olejki lotne, zwłaszcza w nasionach.

KRYSZTAŁY.

W bardzo wielu roślinach spotykamy kryształy szczawianu wapnia. Kryształy te nie rozpuszczają się w kwasie octowym, ale są łatwo rozpuszczalne w kwasach mineralnych. Kryształy bywają jużto pojedyncze, lub zebrane w większe skupienia—druzy, lub wreszcie w postaci igieł — rafidy (rys. 99). Kryształy pojedyncze zajmują wewnątrz prawie całej



Rys. 99. U góry — kryształy pojedyncze i druzy, u dołu — rafidy.

komórki, skupienia mają postać gwiazdkowatą, a rafidy widzimy, jako pęki długich igielek. Rafidy zdarzają się częściej u roślin jednoliściennych, kryształ pojedyncze i druzo—u dwuliściennych.

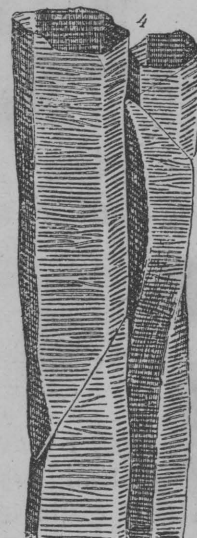
Rzadziej spotyka się w roślinach węglan wapnia, rozpuszczalny w kwasie octowym, siarczan wapnia czyli gips, a w niektórych bakterjach—siarka.

BŁONY KOMOREK.

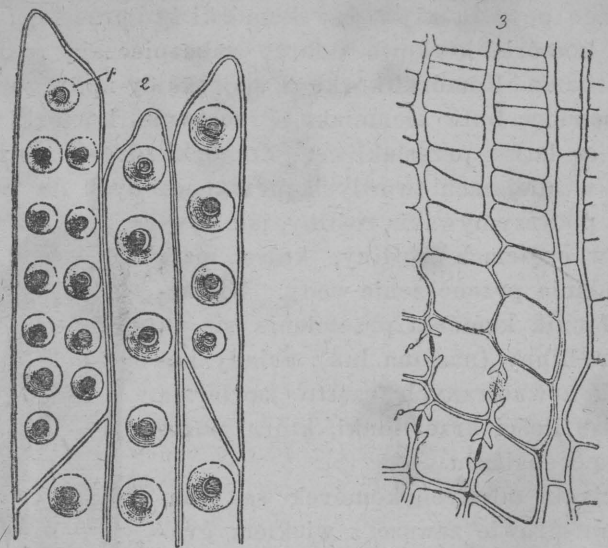
Prawie wszystkie komórki są pokryte błoną (rys. 95 b), która tworzy się z protoplazmy, ma jednak skład zupełnie inny, bo nie zawiera azotu, a składa się z wodoru węgla, zwanego błonnikiem czyli cellulozą. Pod względem składu chemicznego błonnik jest zbliżony do skrobi (wzór $C_6H_{10}O_5$) i łatwo daje się wykryć pod mikroskopem, bo barwi się na fioletowo od jodu z dodatkiem kwasu siarkowego lub chlorku cynku. Na różnych przekrojach widzimy, że od jodu i kwasu siarkowego błony wszystkich komórek w częściach młodszych barwią się na fioletowo, błony jednak komórek starszych przyjmują niekiedy kolor żółty. Takie błony, barwiące się na żółto, różnią się od błonnika pod względem chemicznym. Najczęściej błony komórek drewnieją lub zamieniają się na korek. W pniu drzew np. cała ilość drewna składa się z komórek zdrewniałych, i tylko w łyku bywają komórki błonnikowe. Drewno odróżnia się od korka za pomocą siarczuanu aniliny: od roztworu tego odczynnika drewno barwi się na żółto, a korek, podobnie jak błonnik, pozostaje bezbarwnym. Często zamienia się na drewno nie cała błona komórki, ale tylko jej część zewnętrzna. Korek i drewno mają niejednakowe znaczenie w życiu rośliny. Komórki korkowe nie przepuszczają wody

i z tego powodu zawartość komórki żyć przestaje; jednak takie komórki korkowe dobrze zabezpieczają roślinę od wysychania. Komórki korkowe spotykamy np. w zewnętrznej powłoce bulw ziemniaka. Przeciwnie, komórki zdrewniałe są łatwo przesiąkliwe. Komórki zdrewniałe znajdujemy w miejscach twardych, przeznaczonych do osłaniania i podtrzymywania rośliny, jak również w częściach rośliny, które mają za zadanie przenoszenie wody. Niekiedy błonnik komórki przemienia się na śluz roślinny (nasiona lnu). Ściany komórek zewnętrznych często zawierają większe ilości krzemionki, która pozostaje po spaleniu.

Ścianki młodych komórek są cienkie, ale prawie zawsze z wiekiem grubieją. Ścianka może powiększać swą grubość nazewnątrz komórki lub zewnątrz. Zgrubienia zewnętrzne są możliwe tylko w komórkach nie połączonych z innymi, np. w ziarnkach pyłku lub zarodnikach. Zgrubienia takie, zwykle tylko w pewnych miejscach, tworzą kolce, wyniosłości brodawkowate. Najczęściej jednak komórki bywają połączone z sobą, i ścianka może narastać nowymi warstwami tylko wewnątrz komórki. Wówczas przestrzeń wewnętrzna zmniejsza się i może nawet zniknąć zupełnie. I w tym wypadku również zgrubienie bywa niejednostajne, i przez przezroczyste ścianki komórek widzimy przeświecające desenie, które powstały w miejscach zgrubienia. Zależnie od postaci tych zgrubień wewnętrznych odróżniają komórki prążkowane, obrączkowane, węzownice, schodkowane



Rys. 100. Naczynie schodkowane z pnia paproci (znacznie powiększone).



Rys. 101. Cewki z kanalikami lejkowatymi, widziane z góry (2);
3—przekrój (znacznie powiększone).

(rys. 100) i inne. Takie wydłużone komórki z częściami zgrubiałymi, zwykle puste wewnątrz, nazywają cewkami. U roślin iglastych spotykają się cewki z kanalikami lejkowatymi. Widziane z góry kanaliki te mają postać dwóch kółek współśrodkowych (rys. 101). Na przecięciu poprzecznym widzimy, że każdy kanalik zwęża się w kierunku do środka komórki; kanaliki dwu przyległych komórek, leżące obok siebie, tworzą przestrzeń w kształcie soczewki, rozdzieloną błoną cienką ze zgrubieniem.



Rys. 102.
Komórki grubościennne (znacznie powiększone).

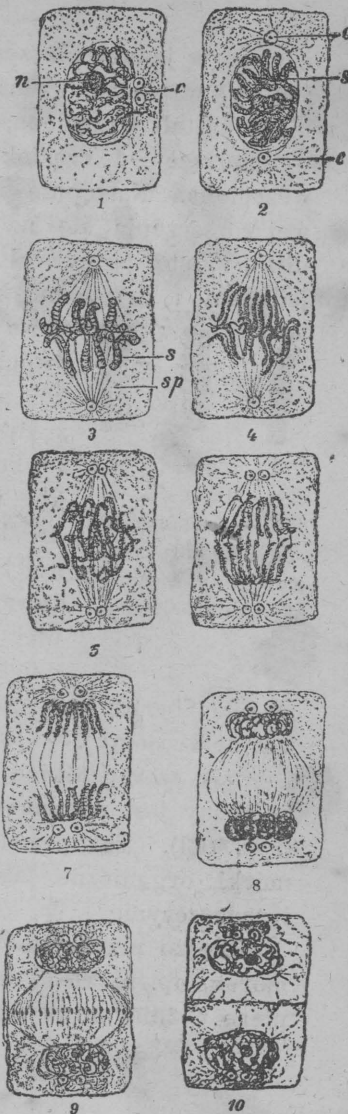
Często na przekroju błon widzimy warstwy współśrodkowe (rys. 102), powstałe w czasie różnych okresów wzrostu błonki lub prążki na zewnętrznej ścianie komórki.

POWSTAWANIE KOMÓREK.

Komórka tworzy się zawsze z innej komórki, jądro z jądra, protoplazma powstaje z innej protoplazmy, nawet plastydy pochodzą od innych plastyd. Największe rośliny powstają z jednej komórki jajowej, która następnie przez wielokrotny podział wytwarza nowe komórki zarodka, a później całej rośliny. Komórki rozmnażają się głównie w stożkach wzrostu korzenia i łodygi, jak również w osobnej warstwie w starszych częściach rośliny, nazywanej miazgą.

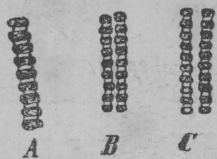
Komórki rozmnażają się przez podział (rys. 103). Dawna komórka dzieli się na dwie części zazwyczaj. Przedtem jednak następuje cały szereg zmian, poprzedzających podział jądra i samej komórki.

Przed podziałem część jądra wyróżnia się w postaci kłęбка zwiniętego. Nić kłębka, zwana chromatyną, łatwo się barwi różnymi barwnikami. Następnie nić rozpada się zwykle na 12 części, zewnętrzna błona jądra znika, części nici zajmują



Rys. 103. Kolejne fazy karjokinezy: c — śródciałka, n — jąderko, s — nici chromatynowe (p. 600 razy).

miejsce w jednej płaszczyźnie i układają się (widziane z góry) w postaci gwiazdki. Jądro się wydłuża i przybiera kształt wrzeciona, w którym widać nici bezbarwne, wychodzące od cząstek nici chromatynowej do końców wrzeciona. Następnie każdy kawałek nici chromatynowej rozszczepia się na dwie nitki (rys. 103 a), i nowe nitki, zgięte poprzednio w postaci V, rozchodzą się ku jednemu i drugiemu końcowi wrzeciona. Podczas, gdy



Rys. 103 a. A, B i C — rozszczepienie nici chromatynowej (powiększenie około 600 razy).

nowe nici chromatyny odchodzą do dwóch końców wrzeciona, w jego środku powstaje blaszka, składająca się z drobnych ziarenek. Blaszka rośnie i wkońcu rozdziela dwie nowe komórki. Blaszka ta w pewnym okresie składa się z błonnika. Części nici chromatynowej później zrastają się znowu, tworzą kłębki dwóch nowych jąder, nici bezbarwne znikają. Podczas podziału jąder widzimy na nich szczególne ciała bezbarwne, otoczone promieniami — śródciała (centrosomy).

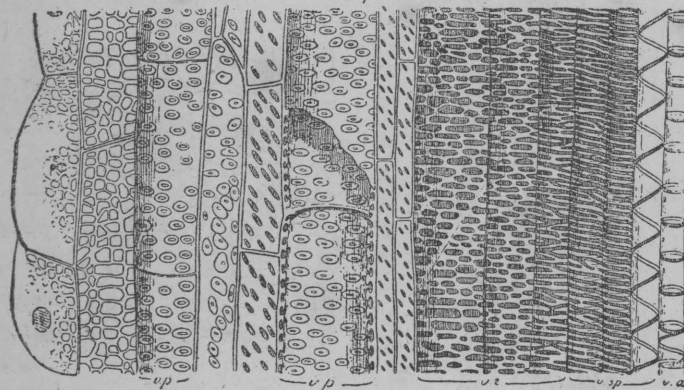
Cały szereg takich zmian jądra przy podziale komórki znany jest pod nazwą karjokinezy czyli mitozy (rys. 103). Tak prawie zawsze dzieli się wszystkie komórki organiczne, zarówno w świecie roślinnym, jak i zwierzęcym.

Bardzo rzadko spotyka się inny sposób podziału komórek, np. niekiedy jądro się dzieli kilkakrotnie, i dopiero później nowe jądra otaczają się protoplazmą.

WYTWORY POŁĄCZENIA KOMÓREK.

Obok podziału komórek, spotyka się zjawisko inne, gdy pewna ilość istniejących poprzednio komórek łączy się razem. Rezultatem takiego połączenia wielu komórek są naczynia, rurki sitkowe i rurki mleczone.

Na poprzecznym przecięciu np. łodygi dyni widać już gołym okiem niewielkie otwory, napełnione powietrzem.



Rys. 104. Przekrój podłużny z łodygi: v p—naczynia kropkowane, v r—prążkowane, v s—wężownicowate, v a—obraczkowe (powiększ. 100 razy).

Przekroje podłużne wskazują, że to są części wewnętrzne długich rurek, napełnionych powietrzem lub wodą i pozbawionych protoplazmy. Są to naczynia. Tu i owdzie pozostają ślady ścianek poprzecznych, które w młodości oddzielały połączone komórki.

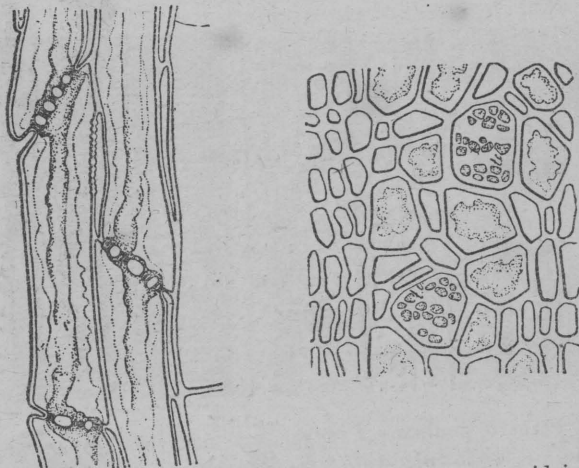
Ścianki naczyń są zdrewniałe, i zależnie od tego, jakiego rodzaju desień je pokrywa, odróżniamy naczynia obrączkowe, wężownicowate, prążkowane i kropkowane (rys. 104).

Naczynia spotykamy w drewnie drzew, w nerwach liści i w innych częściach roślin. Najniższe rośliny —

grzyby, wodorosty, mchy — składają się wyłącznie z komórek i nazywają się komórkowemi, w odróżnieniu od roślin wyższych, naczyniowych.

Naczynia służą do przewodnictwa wody w roślinie; roztwory ciał organicznych krążą w rurkach sitkowych i w rurkach mlecznych.

W rurkach sitkowych (rys. 105) ścianki poprzeczne, oddzielające dwie sąsiednie komórki, pozostają,

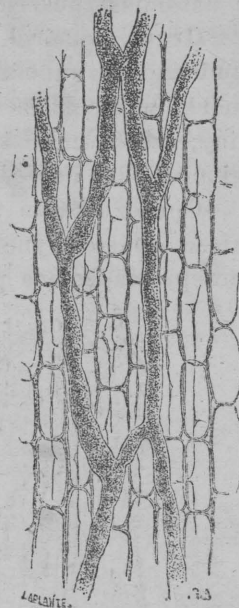


Rys. 105. Rurki sitkowe winorośli: z prawej strony widziane z góry, z lewej — z boku (powiększone).

ale są przedziurawione małymi otworkami. Ścianki poprzeczne, podobnie jak i w naczyniach, mogą być umieszczone pionowo lub pochylone, mogą mieć tylko jedno sitko lub kilka. Przez otworki sitka zawartość jednej komórki łączy się z zawartością sąsiednich.

W skład ścianek rurek sitkowych wchodzi błonnik. Większa ilość rurek sitkowych znajduje się w łyku. Kiedy krążenie płynów idzie wolno, na jesień, otworki rurek sitkowych zamykają się.

Rurki mleczne (rys. 106) spotykamy tylko w pewnych roślinach, w których przy zerwaniu gałązki lub liścia wypływa sok, najczęściej biały. Sok może w sobie zawierać różne ciała, np. alkaloidy, kauczuk lub cukier, białko. Sieć rurek mlecznych przebiega różne części rośliny, niekiedy jednak rurki te są rozgałęzieniami jednej tylko komórki (wilezomlecz).



Rys. 106. Rurki mleczne jaskółczego ziela (powiększone).

PRZESTWORY MIĘDZYKOMÓRKOWE.

Młode komórki z początku przylegają do siebie i niekiedy pozostają w takim stanie i później; pewne odczynniki chemiczne mogą jednak rozpuścić łączący komórki cement i odsobnić komórki pojedyncze. Często jednak przez rozpuszczenie ścianek, lub przez rozdzielenie komórek powstają przestwory międzykomórkowe, niekiedy napełnione szczególną wydzieliną rośliny, np. żywicą lub gumą.

T K A N K I.

Wszystkie rośliny wyższe rozpoczynają życie od jednej komórki i stopniowo drogą podziału komórek rozrastają się w rośliny wielokomórkowe. Wszystkie narządy główne rośliny składają się z wielkiej liczby komórek. Każdy narząd z początku (stożek wzrostu) składa się z komórek jednakowych (rys. 92 i 107), później wyróżniają się różne grupy komórek i przystosowują do róż-

nych czynności. Wskutek tego takie komórki, mające osobne przeznaczenie, mogą utracić pewne własności, a natomiast posiadać inne.

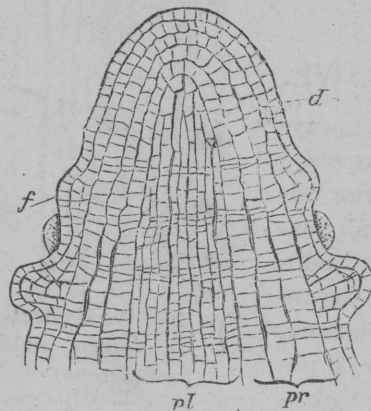
Grupa komórek podobnych do siebie pod względem budowy i czynności życiowych nosi nazwę tkanki. Komórki w stożkach wzrostu tworzą tkankę tworzącą rośliny; często cała tkanka tworząca w stożku wzrostu łodygi pochodzi od jednej komórki wierzchołkowej.

Oprócz tkanki tworzącej odróżnić można tkanki zasadnicze (parenchymatyczne), tkanki pokrywające, tkanki przewodzące płyny, mechaniczne i wydzielające.

Tkanka zasadnicza składa się z komórek żywych o jednakowej średnicy, zawierających protoplazmę i zaopatrzonych często w przestwory międzykomórkowe. Tkanka ta, zwana inaczej miękiszem, często służy do przechowywania wody (u kaktusów), lub jest zbiornikiem zapasowych materiałów rośliny (w nasionach) i wtedy zawiera w sobie skrobię, ziarna aleuronu lub tłuszcz.

Rys. 107. Wierzchołek wzrostu łodygi — widać wyróżniające się tkanki, d—naskórek, pr—tkanka zasadnicza, pl—wiązki naczyniowe, f—założenie liści (powiększ).

Naskórek znajduje się na wszystkich miękkich częściach rośliny, jako warstwa płaskich tabliczkowatych komórek. Komórki te mogą mieć różną postać; na narządach długich mają kształt wydłużony. Zwykle komórki naskórka nie zawierają ciałek zieleni. Ścianka zewnętrzna komórek naskórka (nabłonek) składa się zwykle nie z błonnika, ale zawiera na zewnątrz kornik, ciało nie przepuszczające powietrza i wody. W pewnych razach

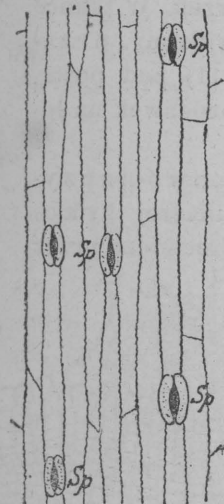


naskórek bywa pokryty woskiem (liście palmy woskowej, „farba” śliwek) i dlatego nie zwilża się wodą; w innych wypadkach nabłonek może zawierać pewną ilość krzemionki.

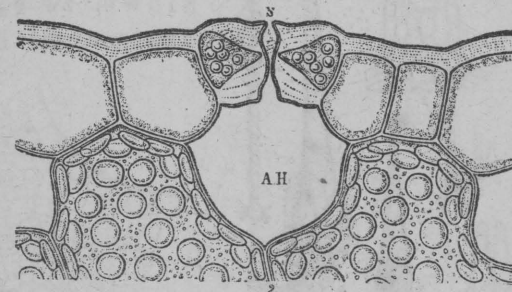
Pomiędzy komórkami naskórka, ściśle przylegającymi do siebie, tu i owdzie pozostają przestwory międzykomórkowe w postaci szparek, ograniczonych dwiema komórkami postaci półksiężycowatej. Są to szparki oddechowe

(rys. 108). Komórki szparkowe mają chlorofil; jeżeli komórki silnie zapełniają się wodą, szparka otwiera się; jeżeli mają mniej wody—szparka jest zamknięta.

Jak się można przekonać z przekroju poprzecznego (rys. 109), szparki prowadzą



Rys. 108.



Rys. 109.

Rys. 108. Naskórek hiacintu, widziany z góry: sp—szparki oddechowe (pow.).—Rys. 109. S—szparka (przekrój); AH—jama przydechowa (pow.).

do przestrzeni międzykomórkowych w miękiszu liścia, zwanych jamami przydechowymi. Przeważna ilość szparek leży na spodniej stronie liścia; tylko liście pływające po wodzie mają szparki na stronie górnej.

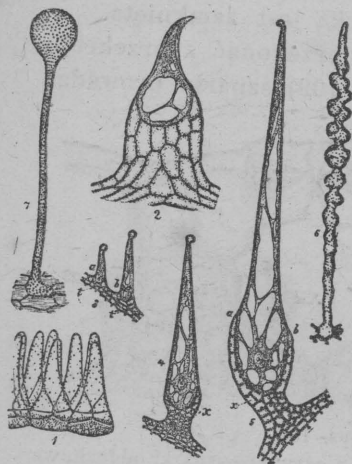
Pewne komórki naskórka mogą wyrastać i tworzyć włosy (rys. 110). Włosy mogą się tworzyć z wydłużenia komórki pojedynczej (włosy jednokomórkowe), lub też komórka, tworząca włos, zaczyna się dzielić, i tworzą się włosy wielokomórkowe. Niekiedy włosy rozszerzają

się i tworzą zbiorniki olejków, lub też jednokomórkowe włosy zawierają sok gryzący i łamią się przy dotknięciu (włosy parzące pokrzywy).

Włosami jednokomórkowymi są także włosniki korzeni.

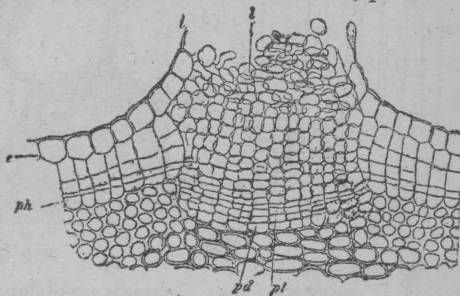
Z wiekiem zamiast naskórka na łodygach ukazuje się inna tkanka pokrywająca—korkowa. Tkanka ta tworzy się z części miękisza, zwanej miazgą korkową, i w pewnym okresie życia rośliny pokrywa łodygę i korzeń. W tkance korkowej, zamiast szparek oddechowych, widzimy przetehliny (rys. 111) pod postacią niewielkich brodawek na łodydze.

Wiązki sitkowo-naczyniowe, zwane inaczej łyko-drzewnymi, przechodzą przez



Rys. 110.

Rys. 110. Różne postaci włosów; 3-5 rozwój włosów pokrzywy (powiększone).—Rys. 111. Przetehlina z bzu lekarskiego (przekrój) (powiększ.).

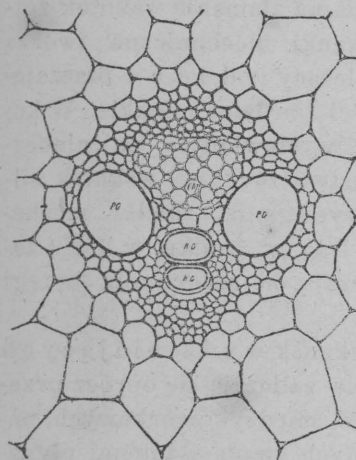


Rys. 111.

całą roślinę od liści przez łodygę do korzenia w postaci twardych żyłek. Są to drogi, wzdłuż których krąży woda i roztwory ciał organicznych.

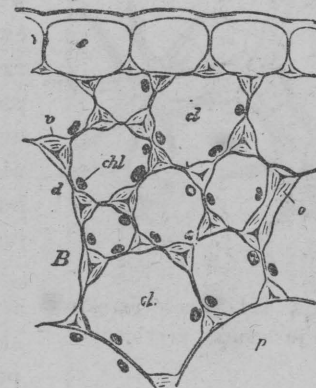
Przez naczynia (rys. 112 Rg, Pg) idzie woda, przez rury sitkowe (C b f) roztwory związków organicznych. Zwykle w łodydze część naczyniowa leży w warstwach wewnętrznych, a część sitkowa w zewnętrznych. Rzadziej

spotykają się wiązki współśrodkowe, w których jedna część otacza drugą. Wiązki, składające się tylko z rurek sitkowych i naczyń, nazywają się zamkniętymi: ani rurki sitkowe, ani naczynia nie dzielą się, wiązka przeto nie wzrasta na grubość. W innych wypadkach między częścią sitkową i naczyniową znajduje się miazga, która wytwarza nowe części naczyniowe i sitkowe, i wtedy wiązka nosi nazwę otwartej. Wiązki otwarte bywają w łodygach i korzeniach roślin dwuliściennych, zamknięte tworzą np. nerwy w liście.



Rys. 112.

Rys. 112. Przekrój poprzeczny wiązki z łodygi kukurydzy (powiększony). Rys. 113. Zwarcica pod naskórkiem w ogonku begonii: c—naskórek, chl—zwarcica, v—jej zgrubienia, chl—zieleni, p—miękisz (znacznie powiększ.).



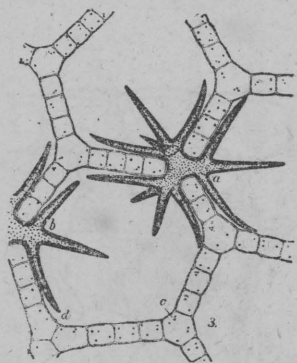
Rys. 113.

Tkanki mechaniczne dają się podzielić na dwie grupy: na zwarcicę i twardziel. Zwarcica (rys. 113) składa się z komórek żywych, zawierających protoplazmę i ziarna chlorofilu. Parenchymatyczne komórki zwarcicy mają zgrubienia w kątach. Zwarcicę spotykamy w młodych łodygach i ogonkach liściowych.

Twardziel składa się z komórek o ściankach zgrubiałych, zdrewniałych, zwykle warstwowanych i przebitych kanałami (rys. 102).

Twardziel bywa częścią składową skorup orzechów, skórek nasion w postaci komórek jednakowej średnicy; włókna twardzieli znajdują się często w drewnie i szczególnie w łyku wielu roślin (len, konopie).

Tkanki mechaniczne gromadzą się tak, aby zapewnić częściom rośliny największą wytrzymałość przy najmniejszym wydatkowaniu materiału. W łodydze, która bywa



Rys. 114. Część przekroju ogonka grzybienia.

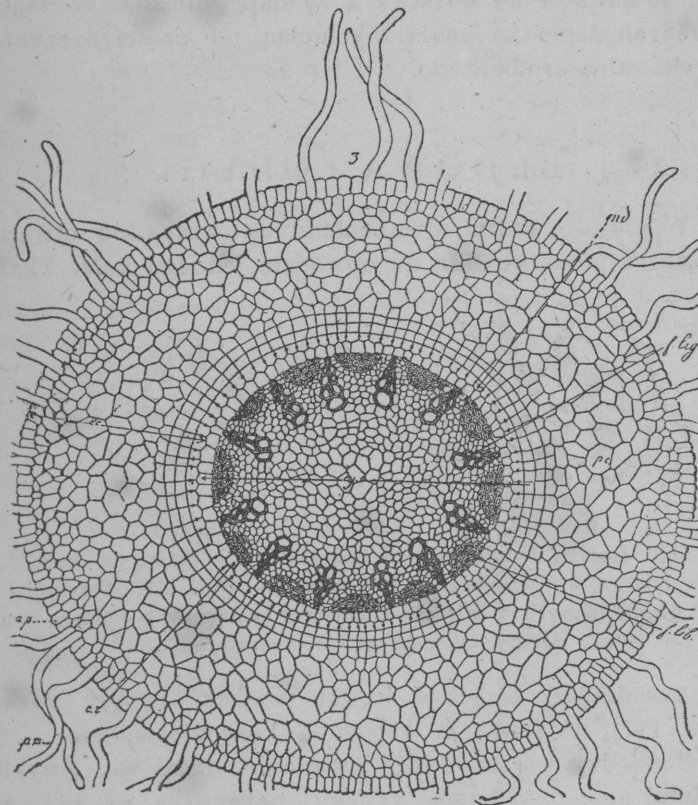
narażona na złamanie wskutek zginania, tkanki mechaniczne tworzą walec, leżący pod korą i otaczający części bardziej miękkie. W korzeniu, wystawionym na niebezpieczeństwo zerwania wskutek silnego wyciągania, tkanki mechaniczne leżą w środku, w liściu zabezpieczają od rozerwania brzegi jego.

Do tkanek wydzielających wreszcie zaliczają się oprócz przestworów międzykomórkowych, napełnionych smolą i innymi płynami—przewody powietrzne. Te ostatnie spotykamy szczególnie często u roślin wodnych (rys. 114), które w taki sposób wewnątrz części, pływających i pograżonych w wodzie zachowują sobie zapas powietrza.

BUDOWA KORZENIA.

Część najmłodsza korzenia (rys. 92), podobnie jak i łodygi, składa się z komórek jednakowych. Na pewnej odległości od stożka wzrostu, gdzie już zaczynają się włók-

niki, korzeń ma w środku walec środkowy (rys. 115), otoczony pochwą (end) i, podobnie jak w mocnej linie, złożony z części najmocniejszych. W walcu środkowym



Rys. 115. Przekrój korzenia.

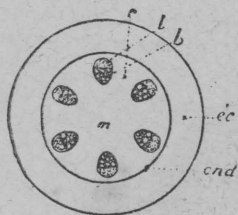
(cy. c) odróżniamy jedną wiązkę łyko-drzewną, umieszczoną w środku.

Wiązka składa się z oddzielnych części naczyniowych (f. lig.) i sitkowych (f. lib), leżących naprzemian jedno obok drugich. Wiązki naczyń rozwijają się w kierunku

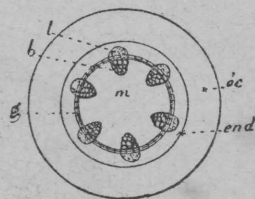
ku wewnątrz korzenia i mogą spotkać się w środku walca. Walec środkowy wraz z pochwą jest otoczony korą (ec), która ma 2—3 razy większą grubość od samego walca. Zewnętrzna warstwa kory daje włósniki korzenia, a rozgałęzienia korzenia wychodzą od części naczyniowych walca środkowego.

BUDOWA ŁODYGI.

W łodydze roślin dwuliściennych wszystkie otwarte wiązki z początku leżą na obwodzie jednego koła. Tkan-



Rys. 116.



Rys. 117.

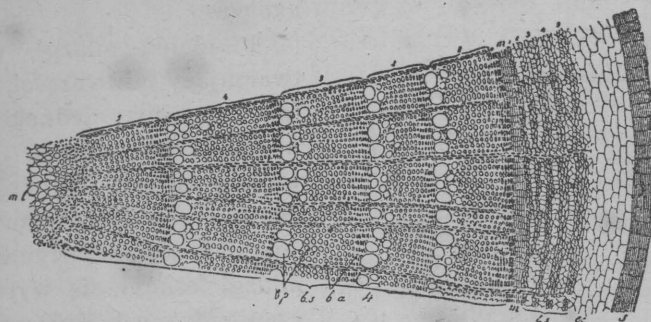
Rys. 116. Łodyga dwuliściennych (schemat): m — rdzeń, ec — kora, l — część łykowa, b — drzewna, end — pochwa. — Rys. 117. Przekrój łodygi dwuliściennych w wieku późniejszym (schemat); g — miazga (inne litery, jak na rysunku poprzednim).

ka zasadnicza, leżąca w środku wiązek, tworzy rdzeń (rys. 117), na zewnątrz wiązek — korę pierwotną.

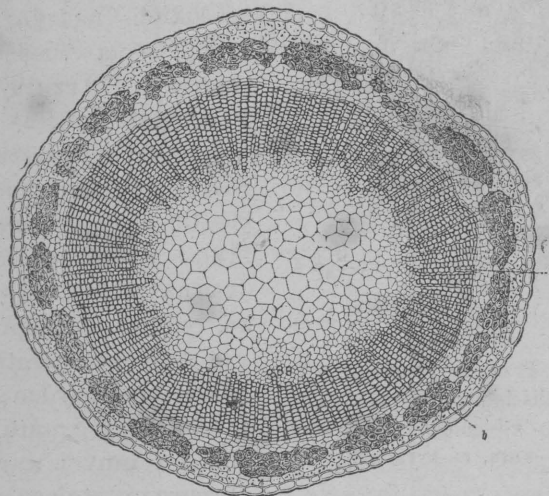
Pomiędzy wiązkami leżą promienie rdzeniowe. Zwykle później następują pewne zmiany, polegające na tym, że pomiędzy wiązkami w tkance promieni tworzy się warstwa miazgi, która łączy się z miazgą otwartych wiązek w jeden pierścień miazgi dookoła środkowej części łodygi (rys. 117).

Miazga wytwarza nowe warstwy drewna wewnątrz pierścienia i części łyka (części sitkowych) na zewnątrz. Drewno składa się z naczyń, miększa drzewnego i włókien,

tyko zaś z rurek sitowych i również miększa i włókien. Drewno w wieku późniejszym (rys. 119) różni się od drev-



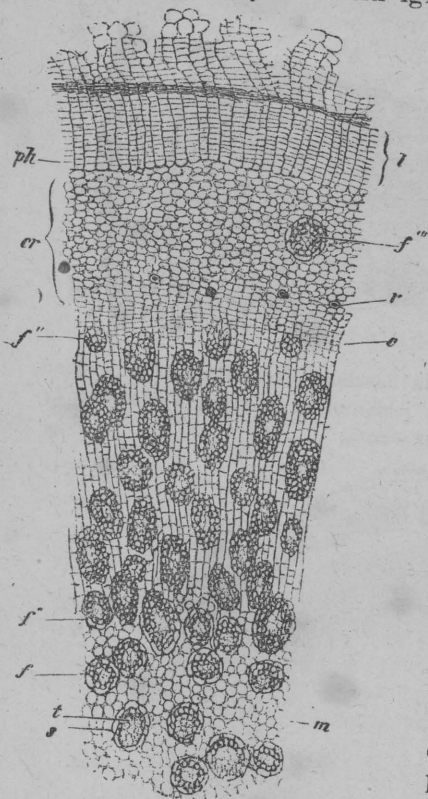
Rys. 118. Przekrój częściowy pnia kasztana pięcioletniego; ml — rdzeń, bp — drewno wiosenne, ba — drewno jesiennie, m — miazga, ls — warstwy łyka, ec — kora.



Rys. 119. Przekrój łodygi lnu; h — drewno (wiązki tworzą jedną masę), b — łyko (znacznie powiększone).

na pierwotnego: w drewnie pierwotnym znajdują się naczynia wężownicowate i pierścieniowate, a później brak

ich zupełnie, rozwijają się natomiast naczynia kropkowane. Drewno późniejsze roślin iglastych zupełnie nie posiada naczyń.



Rys. 120. Przekrój poprzeczny łodygi jednoliściennych (draceny): f — wiązki, m, c — miękisz, cr — kora, ph, l — kora, r — krysztalki.

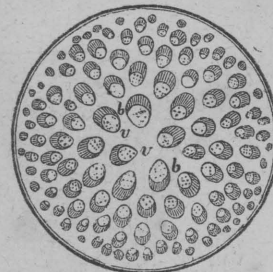
Drzewa np. stojące na brzegu lasu mają pierścienie wzrostu grubsze od strony lepiej oświetlonej. Niekiedy warstwy dawniejsze drewna różnią się barwą od warstw utworzonych świeżo; stare

Pierścień miazgi, wytwarzający nowe części, nie jest czynny jednakowo w ciągu całego roku. Na wiosnę tworzą się części drewna szerokie o ścianach cienkich, jesienią czynność miazgi kończy się wytwarzaniem części spłaszczonej i grubościennych.

Przejsie od spłaszczonych części jesiennych do szerokich naczyń, utworzonych na wiosnę, jest raptowne i rzucające się w oczy, i dlatego na zasadzie liczby warstw przyrostu rocznego można określić wiek drzewa (rys. 118). Szerę okośwarstw drewna zależy od gatunku rośliny, np. topola tworzy co roku warstwy szerokie, cis — bardzo wąskie, i od natury gruntu, oświetlenia i innych warunków.

warstwy ciemniejsze, zwane niekiedy twardzielą, różnią się znacznie od bieli, zwykle jaśniejszej.

Łyka w każdej łodydze tworzy się daleko mniej, niż drewna. W korze powstają części korka, które odosobniają pewne części kory; takie odosobnione części obumierają i wytwarzają martwicę, która odpada od kory w łuskach lub płatach. Długie włókna łyka, które bywają nie u wszystkich roślin, niekiedy dają dobry materiał dla przędzy (rys. 119).



Rys. 121. Skrawek poprzeczny z łodygi jednoliściennych (palmy): b — części sitkowe, v — części naczyniowe (schematyczny i zmniejszony).

Na przekroju poprzecznym łodygi jednoliściennych widzimy wiele wiązek rozrzuconych w miększu. Są to wiązki zamknięte bez miazgi, i z tego powodu łodygi tych roślin nie grubieją w ciągu życia rośliny (rys. 121).

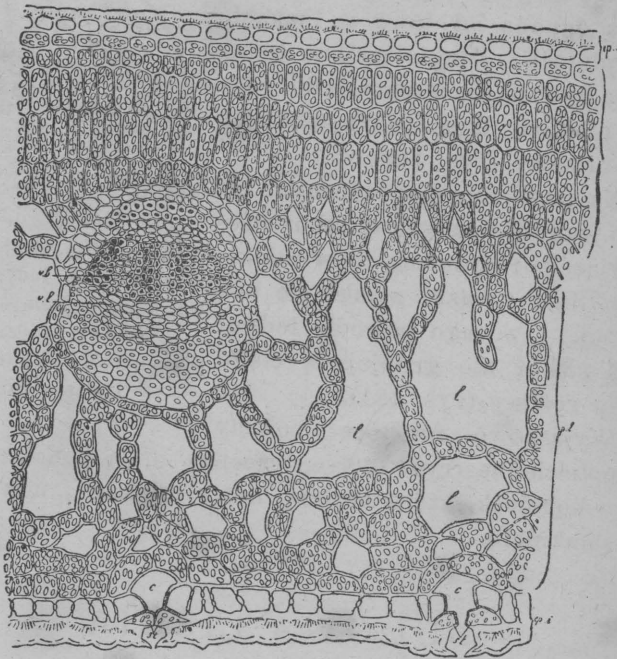
Wyjątkowo niektóre rośliny jednoliścienne (rys. 120 — draceny) mają pod korą warstwę komórek, które tworzą nowy miękisz i nowe wiązki zamknięte.

BUDOWA LIŚCIA.

Liść składa się (jak to widzimy na przekroju poprzecznym, rys. 122) z naskórka, miększa i wiązek leżących w środku miększa. Tkanką, pokrywającą liść, jest naskórek, zaopatrzony w szparki oddechowe, głównie po stronie dolnej. Dla ochrony od zbyt silnego parowania, liście bywają pokryte włosami lub włoskiem. Niektóre trawy stepowe, np. ostnica (Stipa), zabezpieczają się inaczej od zbyt wielkiej utraty wody: szpary oddechowe tych traw znajdują się przeważnie na stronie górnej

liścia. W okresie suszy liść zwija się, tak, że część górna znajduje się w środku zwoju, a na zewnątrz część spodnia.

Miękisz liści składa się z komórek parenchymatycznych, niejednakowych na dwóch stronach liścia. Na stro-



Rys. 122. Przekrój liścia ostrokrzewu; ep. s—naskórek strony górnej, ep. i naskórek dolny, st—szparki oddechowe, l—przestwory międzykomórkowe, rb—część naczyniowa, vl—część sitkowa wiązki.

nie górnej widzimy komórki podłużne, ustawione razem prostopadle do powierzchni liścia. Tkanka ta nosi nazwę miękiszka palisadowego. Na stronie spodniej komórki są połączone luźniej z większą liczbą przestwo-

rów międzykomórkowych — jest to miękisz gąbczasty z mniejszą ilością ziarn chlorofilu.

W liściach roślin, które rosną w cieniu, niema wielkiej różnicy pomiędzy miękiszem palisadowym i gąbczastym, a nawet na górnej stronie liścia są komórki, podobne do miękisz gąbczastego.

Wiązki tworzą w liściach sieć nerwów. Część naczyniowa wiązki jest zwrócona ku górze, część sitkowa ku dołowi.

FIZJOLOGJA ROŚLIN.

SKŁAD CHEMICZNY ROŚLINY.

Najwidoczniejszymi składnikami roślin są: woda wegetacyjna i materja sucha. Oba te składniki można otrzymać przez ogrzewanie ciała roślinnego od 100—110° C. Ciało przy tem postępowaniu traci na ciężarze, co pochodzi z ulatniania się wody wegetacyjnej, a pozostałość jest materją suchą. Zawartość wody w żywych roślinach dochodzi od 5 do 80%. Gdy suchą materję roślinną silnie ogrzewamy, to większa jej część spala się, przyczem tworzą się gazy, jak dwutlenek węgla, para wodna, amoniak i inne, pozostała zaś reszta jest ciałem białej lub popielatej barwy, które nawet przy silniejszym ogrzewaniu dalej się nie zmienia. Spalone części były organicznymi, pozostałość zaś składa się z nieorganicznych, czyli mineralnych części i nazywa się popiołem.

A) Pierwiastki chemiczne. Woda, połączenia organiczne i popiół roślinny zawierają w sobie cały szereg pierwiastków, których dotychczas oznaczono około 30. Wiele z nich występuje bardzo rzadko i w nadzwyczaj skąpej ilości. Najczęściej zjawiające się pierwiastki w roślinach są:

a) metaloidy: C, H, O, N, S, P, Cl, Si, to jest węgiel, wodór, tlen, azot, siarka, fosfor, chlor i krzem.

b) metale: K, Na, Ca, Li, Mg, Fe, Mn, Al, to jest potas, sód, wapień, lit, magnez, żelazo, mangan i glin.

Tak jedne, jak i drugie można otrzymać z roślin w stanie zupełnie czystym.

B) Składniki nieorganiczne: a) Woda, b) wolne kwasy, np. krzemowy — H_2SiO_4 , c) sole, jako to: siarczany, fosforany, chlorki, węglany sodu, potasu, wapnia, magnezu i żelaza.

Te niezbędne mineralne pokarmy pobiera roślina z ziemi i bez nich tak samo, jak bez dwutlenku węgla i azotu, żyć nie może.

C) Składniki organiczne, czyli ulegające spalaniu, wchodzą w skład zarodki, tworzą błonkę komórek, albo są rozpuszczone w soku komórkowym:

1. Wolne od azotu: a) tłuszcze, w szczupłych ilościach znajdują się we wszystkich częściach składowych roślin, obficie w poszczególnych narządach niektórych roślin, szczególnie nasion oleistych (lnu, rzepaku, dyni i maku); b) kwasy organiczne: octowy, szczawiowy, winny, olejowy, karbolowy, salicyłowy i inne; c) węglowodany, jak cukry: trzcinowy, gronowy i owocowy; gumy o budowie organicznej: skrobia, błonnik i drzewnik; d) barwniki naturalne; e) olejki eteryczne, np. w korzeniach, do przyprawy służących; f) żywice i ciała kauczukowe.

2. Zawierające azot: a) różne ciała białkowe; b) ciała niebiałkowe, jak np. tak zwana asparagina w soku niektórych roślin, jako to szparagów, szlazu, lukrecji, ziemniaków, w kielkach zboża, grochu i bobie, lub alkaloidy, jak kofeina, teina, piperyna, chinina; c) fermenty, w małej ilości zawarte w niektórych sokach roślinnych, jak np. diastaza w nasionach, obfitujących w skrobię.

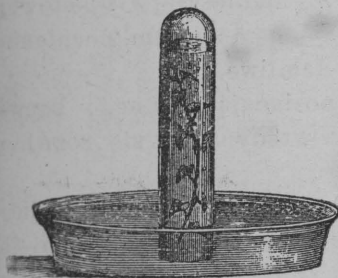
PRZYSWAJANIE WĘGLA.

Najważniejszą cechą, która wyróżnia rośliny od zwierząt, jest zdolność przygotowywania ciał organicznych. Jeżeli w czysty piasek posadzić nasiona i podlewać wodą z niewielką ilością soli mineralnych, nie zawierających zupełnie węgla, to po upływie pewnego czasu z nasion rozwiną się rośliny, zawierające w sobie wodany węgla, białka i inne ciała organiczne. Ilość ciał organicznych w otrzymanej roślinie przewyższa wielokroć ilość tych, jaka była w nasieniu. Stąd możemy wnosić, że zwykle rośliny zielone posiadają zdolność wytwarzania ciał organicznych, a węgiel, wchodzący w skład tych ciał, mogą otrzymać tylko z niewielkich ilości dwutlenku węgla z powietrza.

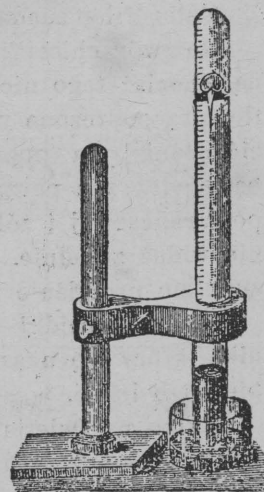
Wszystkie ciała organiczne zawierają węgiel i mogą się palić. Przy paleniu powstaje ciepło, i wydziela się dwutlenek węgla. Można przypuścić, że tu, jak i w innych podobnych wypadkach, dla otrzymania ciał palnych, zawierających duże ilości ciepła w postaci ukrytej, potrzebne jest działanie pewnej siły. Siłą tą są promienie słońca, przetwarzające wodę z rozpuszczonemi w niej solami mineralnemi i dwutlenek węgla na złożone związki organiczne.

Już w XVIII wieku doszli do przekonania, że zielone rośliny oczyszczają powietrze od nadmiaru dwutlenku węgla i powiększają ilość tlenu. Ścisłe badania wymiany gazów w roślinie zielonej przekonały, że ilość pochłoniętego dwutlenku węgla równa się prawie ilości wydzielonego tlenu. Następujące doświadczenie okazuje wydzielanie tlenu z rośliny zielonej: w cylindrze, napełnionym wodą rzeczną i zwróconym dnem do góry (rys. 123), umieszcza się zieloną gałązkę (najlepiej jakiej rośliny wodnej).

Przy dostatecznem oświetleniu po upływie pewnego czasu w górnej części cylindra ukazują się pęcherzyki prawie czystego tlenu. Gaz nie wydziela się zupełnie, jeżeli przyrząd będzie ustawiony w ciemności. Dla określenia stosunku gazu wydzielanego i pochłanianego używa się eudjomtru (rys. 124). Nad rtęcią umieszcza się liść zielony; ilość dwutlenku węgla w powietrzu może być określona poprzednio. Po upływie pewnego czasu wprowadza się nad rtęć pewną ilość roztworu gryzącego potażu, który pochłania pozostały dwutlenek węgla, i wtedy rtęć się podniesie; jeżeli następnie wprowadzimy do eudjomtru kwas pirogallowy, to tlen zostanie



Rys. 123. Doświadczenie na przyswajanie.



Rys. 124. Eudjometr—przyrząd do doświadczeń na oddychanie roślin.

pochłonięty. Dokładne pomiary gazu po użyciu pierwszego płynu i drugiego pokazują, ile ubyło dwutlenku węgla i ile przybyło tlenu.

Dwutlenek węgla rozkładają tylko zielone części roślin; należy zatem zwrócić uwagę na zielony barwnik roślin — chlorofil, czyli ciała zieleni. Chlorofil można otrzymać z liści zapomocą spirytusu. Jest to

barwnik, zawierający azot, nierozpuszczalny w wodzie, rozpuszczający się w eterze, spirytusie i innych płynach. Chlorofil łatwo się rozkłada na świetle i od działania kwasów. Z tego powodu niepodobna zapomocą spirytusu otrzymać chlorofilu z liści kwaśnych; w liściu żywym ziarna chlorofilu znajdują się w protoplazmie; gdy tylko jednak zielony barwnik zetknie się z kwaśnym sokiem komórkowym, zaczyna się rozkładać.

Chlorofil posiada godne uwagi własności optyczne.

Roztwór chlorofilu ma wyraźną fluorescencję czerwoną, chociaż tego nie znać na żywej roślinie. Jeżeli światło, przepuszczone przez warstwę takiego roztworu, rzucić później na pryzmat, to w siedmiu barwach widma będą widoczne pewne smugi ciemne w części czerwonej, pomarańczowej i żółtej, a barw niebieskiej i fioletowej nie widać zupełnie. Chlorofil, jednym słowem, pochłania zupełnie promienie najbardziej łamliwe.

Zwykle zarodki nasion nie posiadają zielonego barwnika, który się ukazuje dopiero wtedy, gdy się rozwiną pierwsze liście.

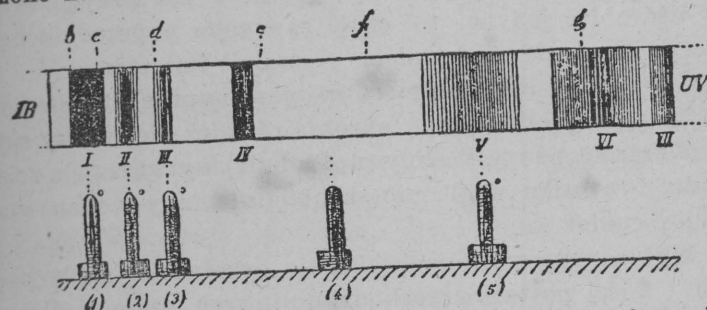
Tylko na świetle może się rozwinąć chlorofil; wyjątkowo niektóre rośliny zarodnikowe i iglaste zielenieją w ciemności. Na powstawanie chlorofilu przytem mają największy wpływ promienie pierwszej połowy widma (czerwone, pomarańczowe, żółte). Silne światło niszczy chlorofil. Również ważnym warunkiem dla rozwoju chlorofilu jest temperatura: kielki młodych roślin są zupełnie żółte przy temperaturze niższej od 5° C.

Jednym z warunków dla rozwoju zielonego barwnika jest obecność żelaza w gruncie, chociaż w samym barwniku żelaza niema. Wreszcie części rośliny zielenieją na świetle tylko przy obecności tlenu w atmosferze i wodnów węgla w komórkach, zawierających chlorofil.

Co do natury chemicznej chlorofilu wiadomo, że jest to barwnik bardzo zbliżony do czerwonej hemoglobiny, barwnika krwi, i do bilirubiny, barwnika żółci.

Obok chlorofilu spotykamy inne jeszcze barwniki w roślinach zielonych i w wodorostach barwnych.

Na rozkład dwutlenku węgla nie każde światło oddziaływa jednakowo. Doświadczenie pokazuje, że te części widma, które chlorofil zatrzymuje, oddziałują najsilniej na rozkład dwutlenku węgla i wydzielanie tlenu. W tym celu niewielkie epruwetki, w których są umieszczone kawałki liścia bambusu, stawiamy w różnych częś-



Rys. 125. Rozkład dwutlenku węgla pod wpływem różnych promieni widma.

ciach widma, oddzielonych od siebie ciemnymi ekranami (rys. 125); w krótkim czasie widać, że najwięcej tlenu zebrało się w epruwetce 1-ej (kolor czerwony), mało w 2-ej i 3-ej i nic w 4-ej.

Inne, zbliżone do chlorofilu barwniki, np. barwnik czerwony wodorostów morskich, rozkładają najsilniej dwutlenek węgla w świetle żółtym i zielonawym. Wodorosty te żyją w głębszych warstwach morza, dokąd promienie czerwone mało dochodzą, bo zatrzymuje je woda morska warstw wyższych.

Węgiel, który pozostaje w roślinie zielonej po rozkładzie dwutlenku węgla, tworzy wraz z wodą, czerpaną

z ziemi, skrobię, jako pierwsze ciało, dające się stwierdzić drogą chemiczną. Pewne rośliny, jak np. niektóre odmiany klonu, posiadają liście białoprażkowane; skrobia zupełnie się nie wytwarza w miejscach białych, gdzie niema ciałek zieleni. Nie wytworzy się również skrobia w atmosferze, z której usunięty zostanie poprzednio dwutlenek węgla. Liście rośliny żywej, umieszczone na parę dni w ciemności, zupełnie tracą skrobię, która ukazuje się w nich znowu później po wystawieniu na światło.

Jeżeli część liścia zawinąć w cynfolję, zerwać liść po paru dniach, wymoczyć w spirytusie i tak przygotowany liść oblać jodyną, to część zawinięta poprzednio będzie żółta, część nieosłonięta — czarno-fioletowa.

Jeżeli część liścia posmarować gęstym płynem, zalepiającym szpary oddechowe, skrobia również nie tworzy się.

Wreszcie pewne rośliny (np. cebula) wytwarzają z rozkładu dwutlenku węgla nie skrobię, ale inny wodan węgla — cukier.

Wytworzona w liściach skrobia przetwarza się w cukier i w tej postaci przechodzi do innych części rośliny, gdzie ulega dalszym zmianom.

PRZYSWAJANIE AZOTU.

Najważniejsze części roślin (protoplasma, jądro, plastydy) zawierają azot. Obok węgla roślina musi przyswajać duże ilości azotu. Wiadomo, że $\frac{4}{5}$ atmosfery składa się z czystego azotu.

Były dokonywane doświadczenia w celu przekonania się, czy roślina nie może przyswajać sobie azotu atmosfery.

Nie można robić takich doświadczeń z roślinami dorosłymi, bo te zawsze zawierają znaczne ilości azotu, ale jeżeli wziąć nasiona, to łatwo określić ilość azotu w na-

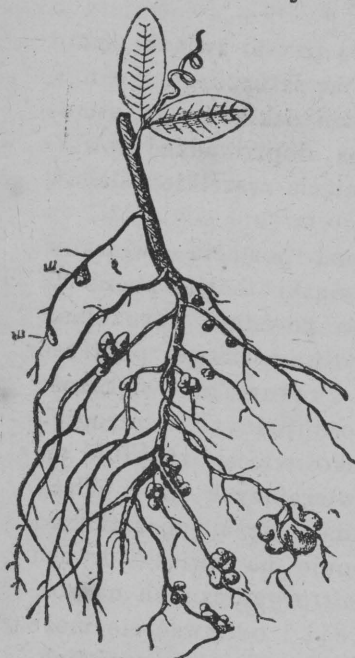
sionach suchych; następnie można umieścić nasiona w gruncie sztucznym, nie zawierającym azotu, i podlewać wodą destylowaną. Rozbiór chemiczny okazuje, że po upływie pewnego czasu rośliny, otrzymane z nasion w tych warunkach, zawierają tyle tylko azotu, ile go było w nasionach.

Ponieważ w samej atmosferze są pewne związki azotu (amonjak), które się mogą dostać do sztucznego gruntu, doświadczenie robi się pod kloszem szklanym, w atmosferze zamkniętej, do której można doprowadzać powietrze przez kwas siarkowy dla usunięcia wszelkich śladów amonjaku.

W ziemi azot znajduje się pod postacią związków amonjaku i kwasu azotowego. Związki te nie pochodzą z mineralnych części gruntu, ale powstają z rozkładu ciał organicznych. Niektóre rośliny mogą pobierać z gruntu związki amonjaku, np. kukurydza, większość jednak potrzebuje azotanów. Ilość jednych i drugich związków jest bardzo mała; daleko więcej znajduje się w gruncie ciał organicznych, zawierających azot. Przy pomocy bakterij ciała te zamieniają się z początku na związki kwasu azotawego, następnie na związki kwasu azotowego. Takie utlenianie ciał organicznych na sole azotowe nosi nazwę nitryfikacji i odbywać się może tylko przy wolnym dostępie tlenu i przy obecności bakterij w gruncie. Ziemia, polana chloroformem, może przez czas dłuższy zawierać w sobie różne ciała organiczne, które nie zmieniają się wtedy na sole azotowe; ponieważ chloroform powstrzymuje tylko procesy życia organizmów, a nie wpływa na przemiany chemiczne, można stąd wnosić, że nitryfikacja zależy tylko od czynności organizmów.

Istnieją jednak rośliny, które wyjątkowo mogą przyswajać azot atmosferyczny. Już oddawna wiedziano

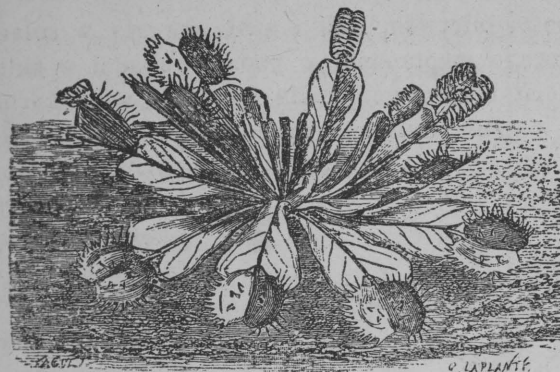
z praktyki gospodarskiej, że rośliny strąkowe powiększają zasób azotu w gruncie. Pole, obsiane kilkakrotnie rośliną zbożową, np. pszenicą lub jęczmieniem, zostaje wyczerpane, jeżeli nie będzie odpowiednio zasilane nawozem. Jeżeli jednak na tym samym gruncie również bez nawo-



Rys. 126. Korzeń grochu z bulwkami.

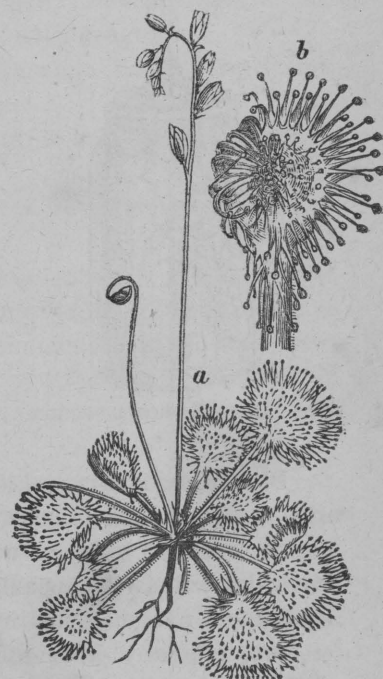
zu zasiać łubin, groch lub koniczynę, to w roku następnym udaje się wysiew zboża. Ta własność roślin strąkowych stoi w pewnym związku z budową ich korzeni. Na korzeniach tych roślin znajdują się niewielkie bulwki (rys. 126). Badanie mikroskopowe okazuje, że w tych bulwkach jest szczególny rodzaj bakterij nieruchomych, tak zwane bakterjoidy. Bakterjoidy pochodzą od bakterij, żyjących w gruncie. W ziemi wypalanej poprzednio rośliny strąkowe wyrastają bez bulwek. W ziemi, niewypalanej z początku, tworzą się na korzeniach skupienia bakterij zwyczajnych, obdarzonych ruchem, a następnie wytwarzają się bulwki, w których znajdują się bakterjoidy, już zmienione pod wpływem współżycia z rośliną. Bakterje ziemi mogą samodzielnie przyswajać azot powietrza.

Inne rośliny przyswajają azot w postaci ciał białkowych organicznych. Do takich roślin należą różne gatunki grzybów, pleśni, a także rośliny owadożerne. Jedną z takich roślin, amerykańska mucholówka



Rys. 127. Mucholówka.

(rys. 127), ma blaszkę liścia, złożoną z dwu kłapek, opatrzonych na brzegu kolcami. Na blaszce znajdują się nadto włosy. Jeżeli na blaszce znajdzie się ciało obce, na przykład owad, kłapki składają się i otwierają dopiero wtedy, gdy z owadu pozostają tylko części zewnętrzne twarde. Na łąkach torfowych u nas spotyka się dość często rosiczka (rys. 128). Okrągłe liście rosiczki są zebrane w rozetki i gęsto pokryte włoskami gruczołowatymi. Jeżeli na liściu usiadzie owad, lub gdy na nim umieścić kawałek mięsa, włoski pochylają się, a kwaśny sok, zawarty w gruczołkach i zbliżony do soku żołądkowego zwierząt, trawi białka.



Rys. 128. Rosiczka (*Drosera rotundifolia*), b — liść zamknięty.

Za pośrednictwem roślin azot, zawarty w solach kwasu azotowego (azotanach) w ziemi, wchodzi w skład złożonych ciał białkowych; ciała te służą za pokarm zwierzętom, w ciele zwierząt przeobrażają się w ciała bardziej proste i znowu powracają do ziemi. Przy gnicciu i paleniu ciał organicznych pewna część azotu przechodzi w stan niezwiązany i znowu wraca do powietrza. Pod wpływem jednak

iskier elektrycznych azot powietrza wytwarza pewne związki, które z deszczem mogą spadać na ziemię.



SKŁADNIKI MINERALNE ROŚLINY.

Hodowla roślin w gruncie sztucznym przekonywa, że nie wszystkie pierwiastki, znajdujące w popiele, konieczne są dla życia rośliny.

Dla sprawdzenia, jakie pierwiastki są potrzebne roślinie, można hodować rośliny z nasion w płynie odżywczym, w skład którego wchodzi czysta woda z domieszką kilku zaledwie związków mineralnych. W tym celu kielkujące nasienie rośliny umieszcza się na korku naciętym, tak aby korzenie tylko były zanurzone w wodzie (rys. 129); naczynie z płynem odżywczym lepiej jest przykryć papierem, aby wodorosty i inne organi-

Rys. 129. Hodowla wodna.

zmy nie rozmnażały się w płynie. Doświadczenia tego rodzaju przekonały, że dla życia rośliny konieczne są tylko pierwiastki następujące: azot, siarka, fosfor, wapń, magnez, potas, żelazo i niekiedy chlor. Roztwór powinien być bardzo słaby; na 1000 części wody bierze się 1 lub 2 części mieszaniny następujących soli: azotanu potasu (KNO_3), kwaśnego fosforanu potasu (KH_2PO_4), siarczanu magnezu (MgSO_4) i azotanu wapnia ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$). Do płynu odżywczego dodaje się później kroplę fosforanu żelaza. Płyn powinien mieć własności średnie i nie zawierać kwasów. Niektóre pierwiastki, bardzo rozpowszechnione w roślinach, np. krzem i sód, można zupełnie pominąć w przygotowaniu płynu odżywczego.

Trudno często powiedzieć, dlaczego dany pierwiastek jest konieczny dla życia rośliny.

Siarka należy do pierwiastków koniecznych dlatego, że wchodzi w skład białka.

Fosfor w niewielkiej ilości jest częścią składową jądra komórek roślinnych.

Potas jest pierwiastkiem koniecznym, bo bez niego nie tworzą się w roślinie wodany węgiel, albo gromadzą się tylko w liściach i nie przechodzą do nasion lub bulw.

Wapń jest pierwiastkiem potrzebnym dla rozwoju liści. Rośliny nie zielone zawierają wapnia bardzo niewiele lub nie zawierają wcale.

Magnez potrzebny jest dla rozwoju ciał białkowych.

Żelazo wreszcie jest pierwiastkiem koniecznym dla powstawania ziarn chlorofilu.

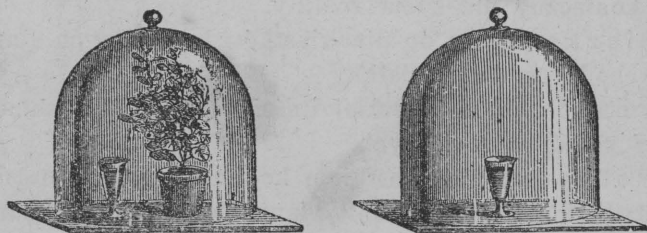
Za mała ilość jednego z powyższych pierwiastków w gruncie jest przyczyną jego nieurodzajności; najczęściej nieurodzaj przy dostatecznej ilości wody zależy od braku azotu, potasu i fosforu.

Jednak i inne pierwiastki mają pewne znaczenie dla niektórych roślin. Większość roślin np. obchodzi się

dobrze bez chloru, ale tatarka rośnie dobrze tylko w płynach odżywczych, posiadających ten pierwiastek. Krzem również nie jest pierwiastkiem koniecznym, egzemplarze jednak nawrotu (*Lithospermum arvense*), pozbawione podczas swego wzrostu tego pierwiastku, ginęły bardzo łatwo od napadu mszyc. Pewne gatunki pleśni rosną tylko na gruncie, zawierającym małe ilości cynku. Na takich tylko gruntach również spotyka się bratek galmanowy (*Viola calaminaria*).

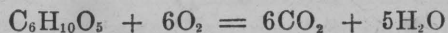
ODDYCHANIE ROŚLIN.

Oddychanie polega na pochłanianiu tlenu i wydzielaniu dwutlenku węgla. Węgla dostarcza przytem roślina



Rys. 130: Doświadczenie nad oddychaniem roślin.

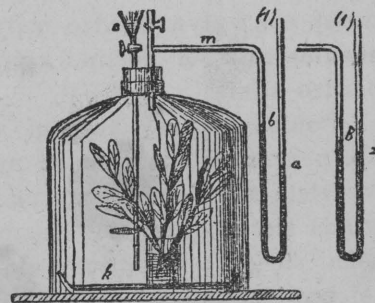
z zawartych w niej wodorów węgla. Oddychanie jest czynnością odwrotną asymilacji. W przybliżeniu zjawisko oddychania wyraża się w następującem równaniu chemicznem:



Dla stwierdzenia zjawiska oddychania należy umieścić roślinę zieloną pod kloszem szklanym, a obok niej naczynie z wodą wapienną lub roztworem wodoru barytu. Po zamknięciu klosza (rys. 130) na powierzchni wodoru barytu znajdziemy osad, który się utworzył od dzia-

łania dwutlenku węgla na wodoru barytu. Dla kontroli można umieścić drugi klosz, tylko z naczyniem, zawierającym wodoru barytu. W kloszu bez rośliny przez cały czas doświadczenia baryt nie zmętnieje zupełnie, albo też bardzo niewiele od drobnej ilości dwutlenku węgla, jaka była w powietrzu poprzednio.

Doświadczenie takie okazuje, że na świetle i w ciemności roślina zawsze wydziela pewną ilość dwutlenku węgla. Można się przekonać również, że roślina wydziela dwutlenek węgla i pochłania tlen jednocześnie. W tym celu umieszczamy pod kloszem (rys. 131) kilka świeżo uciętych gałązek lub nasiona kiełkujące, a na dnie klosza w talerzu roztwór wodoru potasu, silnie pochłaniający dwutlenek węgla; klosz zamykamy i w korku, obok lejki, przymocowujemy niewielki manometr dla sprawdzenia ciśnienia gazu wewnątrz. Po upływie mniej więcej pół godziny widzimy, jak poziom manometru podnosi się w ramieniu zamkniętem; wysokość płynu od a do b pokazuje zmniejszenie się ciśnienia wewnątrz klosza; zmniejszenie to objaśnia się tem, że pewna ilość tlenu została pochłonięta przez liście; dwutlenek węgla bowiem w miarę wydzielania znika, pochłonięty w roztworze wodoru potasu. Później przez lejek wlewamy cokolwiek kwasu solnego, który rozkłada powstający w talerzu węglan potasu i uwalnia wydzielany dwutlenek węgla; spostrzegamy wówczas powiększenie ciśnienia.



Rys. 131. Przyrząd do badania oddychania roślin: k—roztwór wodoru potasu, m—manometr, z—manometr po dolaniu kwasu solnego.

nia w manometrze. Pierwotne zmniejszenie ciśnienia (wysokość cieczy od a do b) daje nam możność zmierzenia ilości pochłoniętego tlenu, a następujące potem podniesienie ciśnienia (wysokość od a do b bez wysokości od a' do b') po wlaniu kwasu — ilość wydzielonego dwutlenku węgla. Z doświadczenia powyższego możemy się przekonać, że u jednych roślin ilość wydzielonego dwutlenku węgla bywa równą ilości pochłoniętego tlenu, u innych mniejszą lub większą.

Ilość wydzielanego dwutlenku węgla albo ilość pochłanianego tlenu jest zależna od temperatury; oddychanie staje się coraz to silniejsze, aż do 40° C. Światło natomiast ma wpływ bardzo mały (niewiele zmniejsza oddychanie). Części roślin, które szybko rosną, oddychają bardzo silnie.

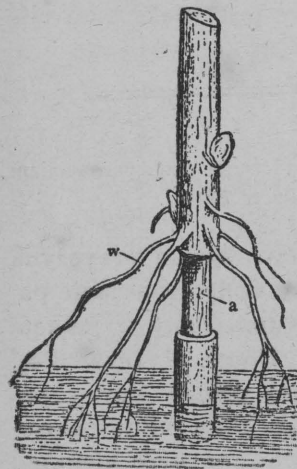
Ponieważ przy każdym utlenianiu wodorów węgla, np. przy rozkładzie cukru na dwutlenek węgla i wodę, wydziela się ciepło, przy oddychaniu zatem roślina powinna się rozgrzewać. Temperatura jednak rośliny nie różni się od temperatury ciał otaczających wskutek dużej powierzchni jej ciała i takich zjawisk, jak np. parowanie wody, które ochładzają roślinę. Jednak silnie oddychające nasiona kiełkujące podnoszą temperaturę wyraźnie (zebrany w większej masie słód jęczmienny ma temperaturę o 10° wyższą od otaczającej). Wyraźnie rozgrzewają się również pewne kwiatostany; mniejsze ogrzewanie daje się zauważyć w zebranych masach różnych części roślin, np. liści lub gałęzi. Niekiedy pewne rośliny, oprócz rozgrzewania się, świecą w ciemności. I świecenie, i ogrzewanie się roślin ustaje przy braku tlenu.

Jeżeli roślinę umieścić w otoczeniu, pozbawionem tlenu, np. w atmosferze azotu lub wodoru, to przez pewien czas trwa wydzielanie dwutlenku węgla. Wtedy zamiast oddychania, w roślinie występuje inne zjawisko — fermentacja. Bez tlenu w roślinach powstaje ciało,

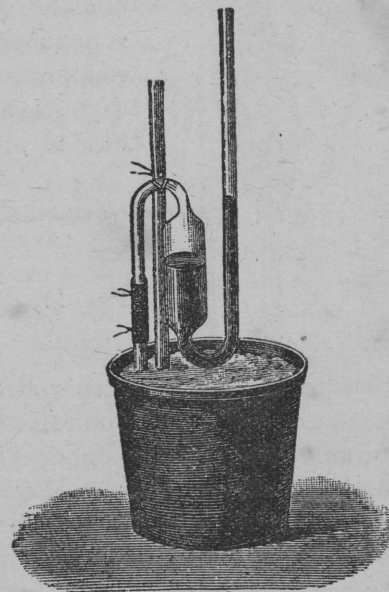
które nie spotyka się w nich zwykle — alkohol. Cukier, zawarty w roślinie, rozkłada się na alkohol i dwutlenek węgla. Jeżeli brak tlenu trwa przez czas krótki, normalne oddychanie powraca, przy dłuższym braku tlenu roślina ginie. Wytworzony w roślinie alkohol zatrzymuje fermentację.

KRĄŻENIE PŁYNÓW W ROŚLINACH.

Najważniejsze składniki rośliny — białko i wodany węgiel, tworzą się w liściach. Ciała te następnie przechodzą w stan rozpuszczalny i w roztworze przenoszą się do innych części rośliny.



Rys. 132. Krążenie płynów w roślinach.

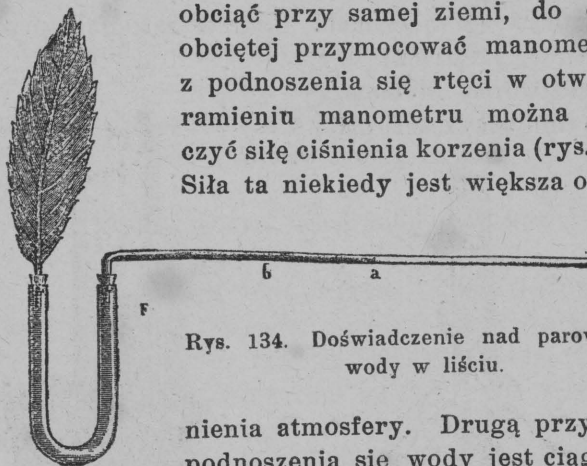


Rys. 133. Ciśnienie korzeniowe.

ny. Dla przekonania się, jakimi drogami krążą płyny w roślinach, robi się dookoła ściętej gałązki nacięcie pierścieniowe i gałązkę wstawia się w wodę (rys. 132).

Wtedy korzenie (w) wytwarzają się nad nadecięciem i dochodzą do wody; znaczy to, że materiały zapasowe rośliny, z których utworzyły się korzenie, płyną po korze i warstwie, leżącej pod korą, woda zaś dochodzi przez obnażoną część drzewa. Ciała organiczne w roztworze przechodzą przez rury sitkowe, woda, poprzedzielana pęcherzykami powietrza, wznosi się w naczyniach drewna.

Włośniki korzenia ciągle pobierają nowe ilości wody, która z pewną siłą wznosi się do góry. Jeżeli łodygę obciążyć przy samej ziemi, do części obciążonej przymocować manometr, to z podnoszenia się rtęci w otwartym ramieniu manometru można oznaczyć siłę ciśnienia korzenia (rys. 133). Siła ta niekiedy jest większa od ciś-



Rys. 134. Doświadczenie nad parowaniem wody w liściu.

nienia atmosfery. Drugą przyczyną podnoszenia się wody jest ciągle parowanie liści. Jeżeli ogonek liścia umieścimy w jednym ramieniu rurki, zgiętej w kształcie litery U (rys. 134), a w drugim ramieniu przymocujemy cienką rurkę, podzieloną na części, to już po upływie paru minut możemy zauważyć zmniejszenie się ilości wody w rurce cienkiej.

Większe lub mniejsze parowanie wody zależy od temperatury, wilgotności powietrza i wiatru. Móg, zasiany owsem, w ciągu jednego lata wyparowuje około 50,000 pudów wody.

Włośniki korzenia nie tylko pochłaniają gotowe roztwory soli mineralnych z ziemi, ale rozpuszczają różne ciała, stykające się z niemi.

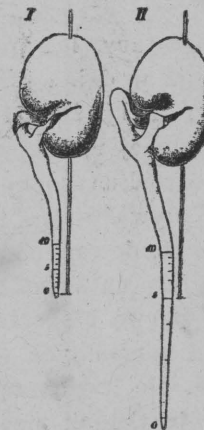
Na powierzchni włośników wydziela się kwas węglowy, który rozpuszcza wiele ciał mineralnych. Jeżeli kielkujące rośliny umieścić na papierze nasyconym czerwienią kongo, to w miejscach zetknięcia papieru z włośnikami ukażą się plamy brunatne. Czerwień kongo daje zabarwienie brunatne od kwasu węglowego, a od innych kwasów barwi się na niebiesko.

Skrobia, zawarta w liściach, zamienia się na cukier i w takim stanie (jako krystaloid) przechodzi z jednych komórek do drugih; białko, nieprzebiegające przez błony roślinne, przeobraża się w krystaliczną asparaginę ($C_4H_8N_2O_3$) i pod tą postacią przenosi się do innych części rośliny.

WZROST ROŚLINY.

Wzrost komórki rozpoczyna się od jej podziału; nowopowstające komórki silnie pęcznią i powiększają swą objętość. Komórki rosnące, umieszczone w roztworze 10% soli lub saletry, kurczą się wskutek straty pewnej ilości wody. Później, nowoutworzone i silnie rozciągnięte błony twardnieją i zachowują już swą postać.

Roślina cała i jej części oddzielne nie ciągle rosną z jednakową szybkością. Jeżeli na końcu rosnącego korzonka w nasieniu zrobimy tuszem podziałki jednakowej wielkości, to po upływie pewnego czasu okaże się, że części leżące na samym końcu wydłużyły się znacznie, inne zaś prawie nie uległy zmianie (rys. 135). Podobnie szybko rosnącą część łatwo stwierdzić na wierzchołku łodygi, tylko że w tym ostatnim narzędziu oprócz wierzchołka rosną jeszcze pewne miejsca w międzywęzłach.



Rys. 135. Doświadczenie nad wzrostem korzeni.

Na wzrost roślin działają różne czynniki. Podniesienie temperatury przyspiesza wzrost roślin, ale tylko do pewnych granic. Temperatura powyżej 30° C. zatrzymuje wzrost. Wzrost roślin jest możliwy tylko przy dostępie tlenu. Również potrzebna jest do normalnego wzrostu roślin pewna ilość wody w ziemi, a przy mniejszej jej ilości rośliny nie dochodzą do zwykłych wymiarów.

Niektóre części roślin, np. korzenie i kwiaty, rosną prawie jednakowo na świetle i w ciemności. Łodyga jednak i liście na świetle rosną wolniej. Tem się objaśniają okresy wzrostu: w ciągu nocy, nieraz pomimo niższej temperatury, łodyga i liście wydłużają się znacznie więcej, niż w dzień. Tem się również objaśnia i zjawisko t. zw. heljotropizmu dodatniego: łodyga po stronie oświetlonej rośnie wolniej, niż po zacienionej, wskutek czego roślina pochyla się ku słońcu.

Wpływ światła daje się poznać przy porównaniu roślin, wyhodowanych w ciemności, z roślinami, które się rozwijały na świetle. Rośliny, wyhodowane w ciemności, mają barwę blado-żółtą; są to rośliny wypłonięte. Od roślin normalnych odróżniają się nie tylko brakiem chlorofilu, ale i większą wiotkością budowy wskutek niedorozwoju tkanek mechanicznych. Bez światła łodygi wydłużają się, międzywęzła dochodzą do znacznej długości przy zupełnym prawie braku liści.

Korzeń główny i łodyga rośliny zachowują, o ile można, kierunek pionowy wzrostu. Ta własność osi głównej rośliny zależy od przyciągania ziemi i jest znaną pod nazwą geotropizmu.

Łodyga rośliny ma niejednakowe własności wzrostu na różnej wysokości. Jeżeli gałąź wierzby rozciąć na kilka kawałków i powiesić w atmosferze wilgotnej, to każdy kawałek wytwarza nowe rozgałęzienia i rośnie. Przytem kawałki, zawieszane w położeniu normalnym, dają nowe pędy u góry, u dołu zaś korzenie. Kawałki jednak, za-

wieszane w kierunku odwrotnym, t. j. górnym końcem na dół, ciągle wytwarzają korzenie na końcu górnym, a u dołu rozgałęzienia łodygi.

RUCH ROŚLIN.

Wiele roślin posiada tak długie i wiotkie łodygi, że nie mogą utrzymać się w położeniu pionowym. Niektóre z tych roślin posiadają zdolność owijania się około pni drzew i przedmiotów obcych i tym sposobem mogą podnosić się do góry i korzystać z większego światła. Rosnący wierzchołek takich roślin odbywa ciągle ruchy kołowe. Kierunek ruchu u jednych gatunków zgadza się z kierunkiem wskazówki zegara, u innych jest odwrotny. Szybkość takiego ruchu może być różna; powój np. za-



Rys. 136. Liść czułka w stanie spokojnym (A) i po dotknięciu (B).

kreśla końcem łodygi obwód koła w ciągu blisko 1 1/2 godziny. Ruch trwa dopóty, dopóki wierzchołek łodygi nie napotka na oparcie. Po dotknięciu podstawy rozpoczyna się wzrost nierównomierny, strona dotykająca ciała obcego rośnie wolniej od strony zwróconej na zewnątrz, i łodyga zaczyna zawijać się około przedmiotu oporu.

Niejednakowym wzrostem również objaśnia się zamykanie i otwieranie koron kwiatów. Jeżeli dolna strona płatków rośnie szybciej, płatki zaginają się ku górze i kwiat zamyka się; przy szybszym wzroście strony gór-

nej następuje zjawisko odwrotne. Takie ruchy, zależne od zmiany dnia i nocy, można również obserwować i na liściach.

Cały szereg ruchów roślin zależy od podrażnień. Jednym z najbardziej znanych przykładów są liście czulka (*Mimosa pudica*). Podwójnie pierzaste liście mimozy (rys. 136) w stanie spokojnym mają listeczki rozłożone, przy najmniejszym dotknięciu zaś liść przyjmuje położenie, jak na rysunku ze strony prawej. Listeczki składają się, ogonki drugorzędne schodzą się, i cały liść zwisa ku dołowi. Po upływie pewnego czasu liść powraca do postaci zwykłej. Ruchy te zależą od niejednakowej ilości płynu w tkance, leżącej w miejscu przymocowania ogonka do łodygi. Do ruchów tego samego rodzaju należą ruchy roślin owadożernych.

Zjawiska ruchu roślin pod wpływem podrażnień naprowadzały na domysł, że rośliny posiadają szczególne narządy czucia. Takie komórki czuciowe znaleziono w ostatnich czasach. Np. w płożących się łądogach barwinka (*Vinca minor*) znaleziono szczególne komórki z dużymi ziarnami skrobi, zwróconymi zawsze ku ziemi. Można przypuszczać, że te komórki ze skrobią są narządami równowagi w roślinie.

Wahadlik (*Desmodium gyrans*) jest przykładem ruchów dowolnych. Potrójne listeczki wahadlika końcami swojemi zakreślają koła; ruch ten, łatwo dostrzegalny, przyspiesza się przy temperaturze wyższej. Podobne ruchy, tylko odbywające się bardzo wolno (w ciągu czterech godzin), można zauważyć u koniczyny. Wreszcie wielka ilość roślin zarodnikowych posiada również zdolność wykonywania ruchów dowolnych.

ZALEŻNOŚĆ POSTACI ROŚLINY OD WARUNKÓW.

Światło, ciepło, wilgotność i inne pojedyncze czynniki wywierają swój wpływ na rośliny, zmieniając postać zewnętrzną (pokrój) i budowę wewnętrzną. Zmiany będą jeszcze większe, jeżeli na rośliny działa kilka czynników.

Na wysokich górach np. rośliny znajdują się pod wpływem wielu warunków, jakich niema na równinach. Flora wysokich gór, tak zwana flora alpejska, różni się od flory nizin: na pewnej wysokości większa część roślin górskich ma

łodygę skróconą, liście zwykle ułożone w rozetkę i kwiaty duże, zabarwione jaskrawo.

Doświadczenia okazały, że różnowłaściwość



Rys. 137. Słonecznik bulwiasty.

ci roślin alpejskich są zależne od warunków otaczających. Słonecznik bulwiasty (*Helianthus tuberosus*) (rys. 137) np., zasiany na równinie, jest rośliną wysoką (p) o łodydze długiej, pokrytej liśćmi naprzemianległymi. Ta sama roślina (p), zasiana na wysokości 2300 m. (M i M' na rysunku), ma łodygę skróconą i liście w rozetce.

Zmiana warunków również wpływa i na anatomiczną budowę roślin. Np. rośliny łądowe, hodowane pod wodą, nabierają pewnych cech właściwych roślinom wodnym. Wiązki takich roślin rozwijają się w mniejszym stopniu, a drewno bywa rozwinięte nieznacznie, jak u roślin wodnych.

Podobnież łądygi nadziemne, sztucznie pokryte ziemią, odznaczają się grubszymi tkankami pokrywającymi i większą ilością materiałów zapasowych, jak to bywa w normalnych łądygach podziemnych.

Wskutek współdziałania różnych czynników spotykamy rozmaite charakterystyczne postaci roślin, właściwych pewnym klimatom. Np. w klimatach suchych i gorących spotykamy wiele roślin bez rozwiniętych liści. Należą tu, oprócz kaktusów, inne rośliny, niekiedy bardzo do nich podobne, jak np. wilczomlecz. Na wybrzeżach morza spotkać można rośliny kosmate, pokryte włoskami, które w ten sposób zabezpieczają się od pochłaniania nadmiernej ilości wody morskiej, zawierającej większe ilości soli, szkodliwej dla organizmu roślinnego. Ciepłe znowu i wilgotne lasy podzwrotnikowe obfitują w większe ilości pnączy, które poszukują światła słonecznego na wierzchołku drzew, bo w głębi lasów panuje mrok. Na stepach, gdzie panują zmienne warunki wilgotności i ciepła, widzieć można cały szereg roślin, przystosowanych do tych warunków, jak trawy i rośliny cebulkowe.

Wreszcie bardzo szczególną postać przybierają rośliny, które przystosowały się do życia pasorzytniczego. — Rośliny te często zupełnie nie mają liści, nie posiadają zielonego barwnika, bo nie przyswajają węgla; niekiedy cała roślina ulega redukcji i pozostaje ukrytą w ciele gospodarza, na którym żyje, a tylko w pewnych okresach pokazują się duże kwiaty, na przykład największe ze znanych kwiaty *Rafflesii*, która jest pasorzytem na korzeniach rodzaju *Cissus*.

SYSTEMATYKA ROŚLIN.

ZASADY SYSTEMATYKI ROŚLIN.

Zwiedzając jakikolwiek ogród botaniczny, a nawet dobrane urządzone publiczny ogród spacerowy, można zauważyć tabliczkę przy każdej roślinie: zielu, krzewie i drzewie. Na takiej tabliczce, która jest „dowodem osobistym” rośliny, jest wypisana jej nazwa botaniczna i nazwisko jej ojca chrzestnego, t. j. botanika, który pierwszy tę roślinę opisał i nazwał. Nazwy te są wypisane w języku łacińskim, o czym będzie mowa poniżej, ale obok powinny być zawsze podane nazwy i w języku ojczystym.

Nazwy roślin i zwierząt. Od czasów nieśmiertelnego Linneusza (1707 — 1778) każda roślina i zwierzę noszą dwa imiona; pierwsze z nich jest rzeczownikiem i oznacza rodzaj, do którego dana roślina lub zwierzę należą, drugie zaś jest zwykle przymiotnikiem i łącznie z pierwszym oznacza gatunek, do którego dana roślina lub zwierzę należą. Tu należy zaznaczyć, że każdą istotę żyjącą, zarówno zwierzę, jak i roślinę, będziemy nazywali osobnikiem. Co nazywamy gatunkiem, a co nazywamy rodzajem, i jaka jest między nimi różnica?

Gatunek. Gatunkiem nazywamy szereg osobników tak podobnych do siebie, jak dzieci jednych rodziców, a więc osobniki, należące do

tego samego gatunku, mogą się różnić między sobą tylko o tyle, o ile się różnią, na przykład dzieci jednych rodziców lub rośliny, pochodzące z nasion tego samego osobnika. Rośliny lub zwierzęta, zaliczane do jednego gatunku, powinny we wszystkich swych narządach, tak pod względem wewnętrznej, jak i zewnętrznej budowy, dosięgać najwyższego stopnia podobieństwa. Co najwyżej, mogą się one różnić między sobą tylko małoznaczącymi i zmiennymi własnościami, jak np. wielkością, rozgałęzieniem, ubarwieniem kwiatów, skóry lub włosów. Weźmy, na przykład, dzieci jednych rodziców: jedno może być wysokie, drugie niskie, jedno tęgie—drugie szczupłe; jedno może mieć włosy kruczo-czarne, a oczy niebieskie, drugie natomiast może być jasnowłosym blondynem o czarnych oczach. Dzieci rodziców z różnych ras, np. kaukaskiej i murzyńskiej, posiadają cechy pośrednie: są to tak zwani mulaci, metysi, zambo i t. d. Z tego wynika, że wszyscy ludzie na kuli ziemskiej, choć się różnią między sobą ubarwieniem skóry, jakością uwłosienia, budową czaszki, zębów, oczów, należą jednak do jednego gatunku, ponieważ wyżej wymienione różnice są małoznaczące a przytem zmienne. Dzieci ojca białego i matki murzynki w czwartym lub piątym pokoleniu mogą już zupełnie zatracić cechy jednego rodzica i przedstawiać czysty typ murzyński lub kaukaski.

To samo wśród zwierząt. Weźmy np. kucyka szkockiego, olbrzymiego meklemburga lub pięknego arabskiego, to, nie mówiąc już o maści — jaka, zdawałoby się, jest między nimi różnica? Oto w rzeczy samej te wszystkie odmiany niezem się nie różnią między sobą pod względem budowy zewnętrznej i wewnętrznej, i dlatego zaliczamy je do jednego gatunku: koń domowy (*equus caballus*).

Z roślin weźmy np. gruszki. Jakież tam są najrozmaitsze odmiany: panny, winiówki, pomarańczówki i wiele innych. A jednak wszystkie te odmiany zaliczamy do jednego gatunku gruszy pospolitej (*Pyrus communis* Linné). Ta grusza pospolita — to znana wszystkim nasza samotna grusza polna, przodek wszystkich obecnych odmian szlachetnych, które człowiek otrzymał z niej dzięki hodowli od niepamiętnych czasów.

Rodzaj. Spokrewnione gatunki, to jest mało różniące się między sobą, łączymy w jednostkę wyższego rzędu i nazywamy ją rodzajem. Weźmy np. kota naszego, który w zoologii nosi nazwę gatunkową — kot domowy (*Felis domesticus*), należeć więc będzie do rodzaju kota (*Felis*). Bardzo bliskim kuzynem naszego kota jest kot dziki, czyli żbik (*Felis catus*), zamieszkujący wielkie lasy Europy, między innymi Karpaty. Dalszymi krewniakami będą następujące gatunki: kot lew (*Felis leo*), jednobarwny, bez grzywy kot kuguar, czyli puma (*Felis concolor*), pręgowaty kot tygrys (*Felis tigris*), cętkowany kot lampart (*Felis leopardus*), plamisty kot pantera (*Felis pardus*), równie plamisty kot jaguar (*Felis onca*), kot bars (*Felis irbis*) z cętkowanym futrem, zamieszkujący Azję środkową do Syberji, i wreszcie kot ryś (*Felis lynx*). Wymienione gatunki zwierząt zaliczamy do jednego rodzaju kota (*Felis*), ponieważ, nie bacząc na różnorodny wygląd zewnętrzny, wszystkie one posiadają następujące cechy wspólne: jednakowe uzębienie, język szorstki, pokryty ostremi, kolczastymi brodawkami; odpowiednio do uzębienia wszystkie koty są wyłącznie mięsożerne; z małymi wyjątkami karmią się żywą zdobyczą; wszystkie są palcochodne, z wysuwalnymi pazurami; żyją samotnie; polują jedynie w nocy.

W botanice mamy rodzaj kapusty, który obejmuje następujące pokrewne gatunki: kapusta ogrodowa (*Brassica oleracea* Linné), kapusta rzepa (*Brassica Rapa* L.), kapusta rzepak (*Brassica napus* L.). Tu należy zaznaczyć, że gatunek dzielią jeszcze przyrodnicy na poddziały, zwane odmianami, które powstają w obrębie jednego gatunku wskutek zmiany klimatu lub gleby, ku czemu może się też przyczynić i człowiek wskutek długiej hodowli roślin lub zwierząt danego gatunku. Tak, na przykład, uprawa kapusty ogrodowej, dziko rosnącej na wybrzeżach morza Śródziemnego, doprowadziła do wytworzenia z niej nadzwyczaj licznych odmian. Z tych odmian liście, łodyga, korzeń lub nawet pączki kwiatowe dostarczają smacznej i zdrowej jarzyny. Dla liści uprawiają się: kapusta ogrodowa zimowa (*Brassica oleracea acephala* DC.¹⁾), kapusta ogrodowa włoska (*Brassica oleracea sabauda* L.), kapusta ogrodowa pąkowa (*Brassica oleracea gemmifera* DC.), zwana potocznie brukselką, kapusta ogrodowa głowiasta (*Brassica oleracea capitata* L.); kapusta ogrodowa kalarepa (*Brassica oleracea gongyloides* L.) ma dolną część łodygi rzepowato rozrosłą, kapusta ogrodowa kalafior (*Brassica oleracea botrytis* L.) ma jadalne zgrubiałe i mięsniaste gałęziaste szypuły kwiatowe, kapusta ogrodowa brukiew (*Brassica oleracea napobrassica* L.) ma jadalną górną część korzenia, rozrastającą się niekiedy do rozmiarów głowy ludzkiej.

Rodzina. W systematyce roślin i zwierząt podstawą układu jest, jak to widzieliśmy, gatunek. Pokrewne gatunki łączą się w obszerniejsze skupienia, zwane ro-

¹⁾ DC. jest skróceniem nazwiska słynnego botanika francuskiego De Candolle'a, który pierwszy tę odmianę określił i opisał.

dzajami. Te ostatnie na tej samej zasadzie łączymy w jednostki wyższego rzędu—rodziny.

Znane wam są zapewne pożywne rośliny, należące do rodzajów takich, jak groch (*Pisum*), fasola (*Phaseolus*), bób (*Faba*), soczewica (*Ervum*), groszek (*Lathyrus*). Do roślin pastewnych zaliczamy takie pokrewne rodzaje, jak koniczyna (*Trifolium*), lucerna (*Medicago*), sparceta albo kokosznicza (*Onobrychis*), wyka (*Vicia*), seradela, t. j. ptaszyniec pastewny (*Ornithophus*), przelot (*Anthyllis*). A któż nie zna łąbinu (*Lupinus*), który uprawiają poczęści na paszę, poczęści jako „nawóz zielony” na grunty piaszczyste. Godny zaznaczenia jest rodzaj wahadlika (*Hedysarum*), którego liście wykonywają rytmiczne ruchy. Jadalny jest odpowiednio przyrządzony słodki korzeń rodzaju lukrecji (*Glycyrrhiza*). Z kory roślin rodzaju traganku (*Astragalus*) wypaca się ciecz liposokowa, gęsta i krzepnąca, używana do robienia pastylek lekarskich, a więcej jeszcze w cukiernictwie. Do krajowych roślin barwierskich należy rodzaj janowca (*Genista*), którego kwiaty, gałęzie i liście dają piękny barwnik żółty. Hodowany w krajach zwrotnikowych rodzaj indygowca (*Indigofera*) dostarcza najtrwalszego roślinnego barwnika błękitnego, zwanego „indygo”. Pochodzący z Ameryki Północnej, a dzisiaj wszędzie po naszych ogrodach i parkach rozpowszechniony, grochodrzew (*Robinia*), fałszywie u nas zwany akacją białą, odznacza się szybkim wzrostem, a jego twarde, zwężłe i piękne drewno opiera się bardzo dobrze wilgoci.

Wszystkie wyżej wymienione rodzaje, począwszy od grochu aż do grochodrzewia, posiadają niektóre wspólne cechy, a mianowicie koronę motylkowatą, pręcików zwykle 10 dwu- lub jednowiązkowych, owoc — łupinę, zwaną w mowie potocznej strąkiem, i dlatego zaliczamy je

wszystkie do jednej rodziny motylkowatych (*Papilionaceae*).

Rząd. Klasa. Gromada. Dział. Pokrewne rodziny łączymy w obszerniejsze skupienia, zwane rzędami. Tak np. z rodziną motylkowatych jest blisko spokrewniona rodzina brezyljowatych i czułkowatych, zaliczamy je więc do jednego rzędu: strąkowe albo łupinowe (*Leguminosae*), ponieważ wszystkie mają owoc—łupinę, zwaną inaczej strąkiem. Pokrewne rzędy łączymy w klasy, pokrewne klasy — w gromady. Wreszcie wszystkie gromady roślinne łączymy w dwa podkrólestwa, czyli działy. Powyższe uzmysławia nam następująca tablica:

Dział I.	1 gromada	1 klasa: Dwuliścienne.
Rośliny	Okrytonasienne:	2 „ Jednoliścienne.
Kwiatowe		3 „ Gniotowate.
czyli	2 gromada	4 „ Iglaste.
Nasienne.	Nagonasienne:	5 „ Kłodzińskie.
		6 „ Widłaki.
Dział II.	3 gromada	7 „ Skrzypy.
Rośliny	Paprotniki:	8 „ Paprocie.
Bezkwiatowe	4 gromada	9 „ Mchy.
czyli	Mszaki:	10 „ Wątrobowce.
Zarodnikowe.	5 gromada	11 „ Porosty.
	Plechowate:	12 „ Grzyby.
		13. „ Wodorosty.

Nazwisko autora. Słyszając samą nazwę gatunkową rośliny lub zwierzęcia, jeszcze nie możemy być pewni, o jakiej to roślinie lub zwierzęciu mowa, ponieważ przyrodnicy niezawsze kierują się temi samemi zasadami przy ustanawianiu gatunku, rodzaju i t. d.; mając, na przykład, dwie rośliny, jeden przyrodnik będzie je uważał za dwa odrębne rodzaje, drugi natomiast będzie je

uważał za dwa odrębne gatunki, stanowiące jeden rodzaj. Ażeby zapobiec nieporozumieniom, któreby z tego powodu wyniknąć mogły, do każdej nazwy rośliny dodajemy nazwisko autora, który ją pod tem mianem opisał.

Znacie, zapewne, małe ziele, spotykane od maja do jesieni po łąkach, polach i lasach, zwane mniszkami lekarskim albo dmuchawcem. W łodydze ma on sok mleczny, liście pierzasto-wrębne, a kwiaty żółte, języczkowate. Z tych kwiatów po okwitnieniu powstają kule puszyste, rozdmuchiwane przez dzieci dla zabawy. Otóż, spotkawszy tę roślinę w jakimś ogrodzie botanicznym, przeczytalibyście na tabliczce napis: *Taraxacum officinale* Weber. W innym ogrodzie spotkalibyście, ku swemu zdziwieniu, nad tą samą rośliną napis: *Taraxacum vulgare* Schrank, w innym znów — *Leontodon taraxacum* Linné. Wszystkie te nazwy oznaczają jedną roślinę, którą Weber, Schrank i Linneusz opisali pod różnemi nazwami.

Nazwy łacińskie i ludowe. Naukowe nazwy polskie roślin i zwierząt z natury rzeczy muszą powstawać z nazw ludowych, które odznaczają się niekiedy najzupełniejszą dowolnością, co z konieczności pociąga za sobą dowolność nazw naukowych polskich; i dlatego też, zarówno w dziełach naukowych, jak i w ogrodach botanicznych, obok nazw ojczystych, muszą być koniecznie podane nazwy łacińskie, które, jak wzory krystalograficzne lub chemiczne, są zrozumiałe dla wszystkich botaników. Jako przykład podamy tutaj ważniejsze nazwy ludowe (znanych jest dotychczas około 150 nazw) psianki ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.): na Mazowszu nazywają tę roślinę: amerykany, bałabony, cybulki, francuzy, frejki, gajdaki, krakusy, łaciaki, pośpiechy, sasy, świętojanki, urany, warsiawiaki i t. d.; Kaszubi nazywają ją: bulwy, bulewki, nuchle, tywki i t. d.; w Wiel-

kopolsce i na Kujawach nazywają: bulwy, knole, pantówki, perki; górale w Tatrach nazywają ją: grule, rzepy itd.

W jaki sposób, między innymi, powstają nazwy ludowe, można zrozumieć z następującego przykładu. Przed kilkunastu laty piszący te słowa zapytał ogrodnika dworskiego w jednej ze wsi ziemi Piotrkowskiej, jak lud nazywa bratki ogrodowe, t. j. fiołek trójbarwny (*Viola tricolor* L.). To się u nas nazywa... kacapy, brzmiała odpowiedź! Po bliższem wpatrzeniu się w bratki, można w nich, rzeczywiście, dopatrzyć się pewnego podobieństwa do twarzy ludzkiej. Nazwy, powstałe w ten sposób, o ile okażą się odpowiednie, mogą rozpowszechniać się coraz dalej, a nawet niekiedy pozostają już, jako nazwa ogólnonarodowa.

Układy roślinne. Liczba obecnie żyjących gatunków roślinnych przekracza 250,000, a jeszcze ciągle coraz nowe przybywają. Z tej ilości na ziemi Rzeczypospolitej przypada około 6,000 gatunków dziko rosnących. Nie więc dziwnego, że od najdawniejszych czasów bardzo wielu przyrodników usiłowało zaprowadzić pewien ład w roślinach, czyli ich podział, albo raczej układ (systema), i to im rozmaicie się udawało.

Główne klasyfikacje czyli układy roślin są oparte na organach rozmnażania—kwiatkach i owocach. Z tego powodu trudno oznaczyć roślinę, która jeszcze nie zakwitnęła.

Układ może być sztucznym lub przyrodzonym. W układzie sztucznym zwraca się uwagę na jedną tylko cechę, choćby nawet nie bardzo ważną; w układzie przyrodzonym za podstawę przyjmuje się ogół znamion rośliny. Gdy chodzi o szybkie określenie rośliny i oznaczenie grupy, do której należy dany gatunek, system sztuczny bywa dogodniejszym, pokrewieństwo jednak roślin poznajemy tylko w układach przyrodzonych.

Jednym z pierwszych układów roślin był układ sztuczny Linneusza, oparty głównie na pręcikach rośliny. Linneusz podzielił wszystkie rośliny na 24 klasy; pierwsze 10 klas odróżnia się na zasadzie liczby pręcików, np. rośliny z jednym pręcikiem zalicza się do pierwszej klasy, z pięcioma do piątej i t. p. Następnie przyjmuje się pod uwagę przymocowanie pręcików, niejednakową długość, zrastanie się pręcików, jednopienność i dwupienność. Rośliny zarodnikowe tworzą klasę ostatnią (patrz stronica 114).

Obecnie podług najbardziej uzasadnionego układu dzieli państwo roślinne na siedem typów głównych:

1) Śluzowce (*Myxophyta*), rośliny żyjące jako pasorzyty lub roztocze, mające w okresie wzrostu komórki bez błon.

2) Rozprątki (*Schizophyta*), rośliny jednokomórkowe, żyjące pojedynczo lub w skupieniach, rozmnażające się bezpłciowo. Gatunki niepasorzytnicze posiadają barwnik.

3) Sprzężnice (*Zygophyta*), rośliny jednokomórkowe lub połączone w kolonie. Płytek nigdy nie posiadają, a rozmnażają się bądź przez podział komórek, bądź wytwarzają siemiona.

4) Plechowate właściwe (*Euthallophyta*), rośliny jednokomórkowe lub wielokomórkowe, których ciało składa się z plechy, nie dającej się podzielić na korzeń, łodygę i liście. Gatunki, posiadające barwnik zielony, rozmnażają się tylko w wodzie, często zapomocą pływek ruchomych.

5) Brunatnice (*Phaeophyta*), rośliny wielokomórkowe, wodne, w postaci plechy, posiadające, oprócz chlorofilu, barwnik brunatny.

6) Krasnorosty (*Rhodophyta*), rośliny wielokomórkowe, wodne w postaci plechy, posiadające barwniki

UKŁAD LINNEUSZA.

- Klasa 1. Jednopręcikowe (przestka, paciorecznik).
 „ 2. Dwupręcikowe (lilak, przetacznik, szalwja).
 „ 3. Trójpęcikowe (pszenica, jęczmień, kosaciec).
 „ 4. Czteropręcikowe (driakiew, babka, kaniańska inowa, rdestnica).
 „ 5. Pięciopręcikowe (niezapominajka, len, pierwiosnek, kalina).
 „ 6. Sześciopręcikowe (lilja, konwalja, berberys, ryż).
 „ 7. Siedmiopręcikowe (siódmaczek, kasztanowiec).
 „ 8. Ośmiopręcikowe (tatarka, wrzos, borówka, wilcze łyko).
 „ 9. Dziewięciopręcikowe (wawrzyn, rabarbar).
 „ 10. Dziesięciopręcikowe (goździk, rozchodnik, firletka).
 „ 11. Dwunastopręcikowe (kopytnik, rezeda, rojnik).
 „ 12. Dwudziestopręcikowe (róża, mirt, poziomka, głóg).
 „ 13. Wielopręcikowe (mak, jaskier, orlik, lipa).
 „ 14. Dwusilne (prawie wszystkie wargowe).
 „ 15. Czterosilne (rośliny krzyżowe).
 „ 16. Jednowiązkowe (ślazowate, dzbanuszek, baobab).
 „ 17. Dwuwiazkowe (strączkowe, dymnica, krzyżownica).
 „ 18. Wielowiazkowe (dziurawiec, pomarańcza).
 „ 19. Zrosłopylnikowe (dmuchawiec, bławatek, słonecznik).
 „ 20. Słupkopręcikowe (sterczyk, trzewiczlik, kokornak).
 „ 21. Jednopienne (rzęsa, turzyca, pokrzywa, dąb, sosna).
 „ 22. Dwupienne (wierzb, palma daktylowa, jemiółta, konopie).
 „ 23. Wielożenne (klon, jesion, chleb świętojański).
 „ 24. Skrytopłciowe (glony, grzyby, mszaki i paprotniki).

dodatkowe, czerwony lub fioletowy, i wyłączny sposób rozmnażania.

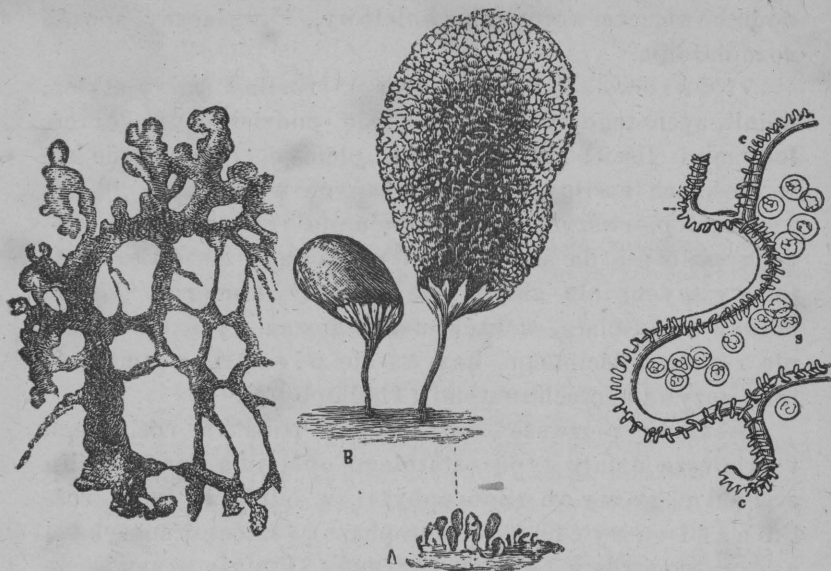
7) Osiowe (Cormophyta), rośliny (z wyjątkiem najniższych tego typu) dające się podzielić na korzeń, łodygę i liście. Rozmnażanie płciowe, odbywające się w częściach rośliny, nie pogrążonych w wodzie.

Sześć pierwszych typów obejmuje rośliny niższe, których ciało nie da się podzielić na narządy zasadnicze roślin wyższych, ale składa się z masy komórek postaci różnej; takie ciało, w którym nie można wyróżnić korzenia i pędu ulścionego, nazywa się plechą, a same rośliny nazywają plechowatami (Thallophyta).

Niekiedy pierwsze sześć typów państwa roślinnego i najniższe działy typu ostatniego obejmują nazwą roślin zarodnikowych (Sporophyta), w odróżnieniu od roślin nasiennych (Spermatophyta). Często spotykane nazwy: wodorosty (Algae) i grzyby (Fungi) używają się obecnie w znaczeniu głównie fizjologicznym, a mianowicie nazwą pierwszą obejmują się różne rośliny niższe, komórkowe, żyjące samodzielnie, a grzybami wogóle nazywają rośliny komórkowe, żyjące jako pasorzyty lub roztocze.

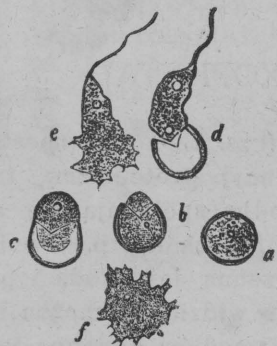
I. ŚLUZOWCE (MYXOPHYTA).

Śluzowce w postaci dojrzałej (rys. 139) mają postać nieprawidłowych mas nawpół płynnej protoplazmy, tak zwanych plazmodjów. Plazmodja spotykają się na wilgotnej ziemi, pninach, opadłych liściach i t. p. Ponieważ dla istnienia plazmodjów potrzebna jest woda i powietrze wilgotne, najczęściej zatem widzieć je można na wiosnę i w jesieni. Protoplasma plazmodjów podobna jest do gęstej śmietany, najczęściej zabarwionej różowo lub żółto. W protoplazmie jest dużo jąder. Plazmodjum



Rys. 138.

Rys. 133. Plazmodjum śluzowca (pod mikroskopem) — Rys. 133. Zarodnie *Arcyria punicea*. A — naturalnej wielkości. B — powiększone C — część włośni z zarodnikami (S).



Rys. 140. Zarodniki śluzowców:

a — dojrzały zarodnik, otoczony błoną. b, c, d — kiełkowanie, — e — runkach wychodzą na miejsca pływka, f — pełzak (*Trichia varia*). suchsze i tworzą zarodnie

ciągłe zmienia swą postać, pełzając po podłożu, na którym żyje. Ruchy plazmodjum są zależne od warunków zewnętrznych, np. plazmodjum z miejsc oświetlonych przenosi się do miejsc ciemniejszych, z miejsc suchych do wilgotnych, wreszcie do miejsc, gdzie znajduje więcej pokarmu.

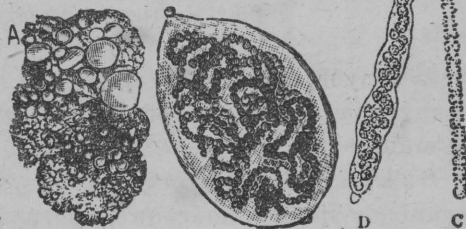
czyli zbiorniki zarodników, pod postacią pęcherzyków (rys. 139). W zarodniach oprócz zarodników znajduje się włośnia (C), t. j. nitki sprężyste, które przy wysychaniu wyrzucają zarodniki. Zarodniki, które dostają się do wody, pękają, zawartość ich wychodzi na zewnątrz i przybiera postać pływki, czyli zarodnika ruchomego, opatrzonego jedną rzęsą (rys. 140). Pływki po upływie pewnego czasu wciągają rzęsy (c, b, a) i zaczynają pełzać po podłożu. W tej postaci (f) bardzo są podobne do pierwotniaków — ameb (pełzaków). Pełzaki stopniowo zlewają się w większe masy i w końcu tworzą znowu jedno ciało o wielu jądrach — plazmodjum.

Śluzowce w wielu razach bardzo są zbliżone do niższych pierwotniaków — korzenionózek.

II. ROZPRĄTKI (SCHIZOPHYTA).

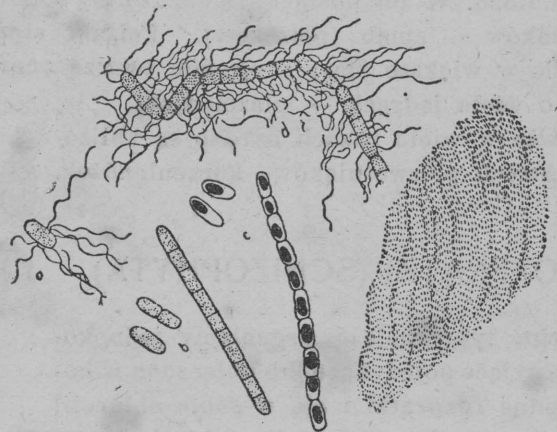
Do tego typu należą organizmy jednokomórkowe, żyjące pojedynczo lub połączone w kolonie. Jedne rozprątki mają w sobie chlorofil i zwykle jeszcze drugi barwnik niebieski i z tego powodu bywają zaliczane do wodorostów jak np. sinice. Inne, bezbarwne, żywią się pokarmem organicznym i są zbliżone do grzybów.

Sinice (Schizophyceae) (rys. 141). Sinice rozmnażają się przez podział. Komórki pochodne często bywają zebrane razem



Rys. 141. Trzęsidło (*Nostoc vesicaria*): A — naturalnej wielkości, B — jeden osobnik silnie powiększony, C — ruchliwka, D — jej dzielenie się, E — zarodniki.

i objęte błoną komórki macierzystej lub też tworzą nici, poruszające się na świetle. Zarodniki tych roślin tworzą się w taki sposób, że pewne komórki wyrastają do znacznych rozmiarów, ścianka ich grubieje i w tej postaci mogą przetrzymywać zupełne wysychanie. Zarodniki te przy kiełkowaniu tworzą nici, obdarzone zdolnością ruchu czyli t. zw. ruchliwki (rys. 141). Sinice spotykają się zazwyczaj w wodach ściekowych i zanie-



Rys. 142. Bakterie znacznie powiększone: a i d – bakterie "z" rzęsami, b – łańcuch bakterij, c – bakterie z zarodnikami, e – łańcuchy bakterij przy słabszym powiększeniu.

czyszczonych, gdzie nie może żyć żadna inna roślina. Ściany komórek tych wodorostów często pęcznieją galaretowato.

Bakterie (Schizomycetes) (rys. 142). Najmniejsze organizmy jednokomórkowe, poruszające się zapomocą rzęs. Rzęsy te są widoczne tylko na okazach już martwych i zabarwionych sztucznie. Bakterie rozmnażają się przez podział i niekiedy nowopowstające bakterie są połączone razem jakby w jeden łańcuch (rys. 143). Przy

braku pożywienia lub wysychaniu cieczy w bakterjach część protoplazmy oddziela się i tworzy zarodniki. Zarodniki wytrzymują wysychanie płynu, w którym żyją, zamarzanie i często ogrzewanie do wysokich temperatur. Razem z płynem zarodniki bakterij unoszą się w powietrzu, a wpadając do wody, dają znowu wielkie ilości bakterij. Postać bakterij może być kulista, laseczkowata, wygięta wężownicowato i t. p.



Rys. 143. I – bakterie tyfusu, II – bakterie dżumy w krwi szczura (znacznie powiększone).

Bakterie żyją w gruncie i w wodzie, mogą również żyć prawie na wszystkich ciałach pochodzenia organicznego. Różne materiały pokarmowe nie rozkładają się i nie gniją, jeżeli się do nich nie dostaną bakterie i inne organizmy niższe. W niektórych ciałach bakterie wywołują zmiany szczególne, np. spowodzają kwaśnienie mleka, z wina wytwarzają ocet. Bakterie zwykle odżywiają się ciałami organicznymi, już to żyjącymi, już to martwymi. Do gatunków pierwszego rodzaju, pasorzytów, należy wiele bakterij chorobotwórczych, które wywołują takie choroby, jak tyfus, suchoty, dżuma i t. p. (rys. 143).

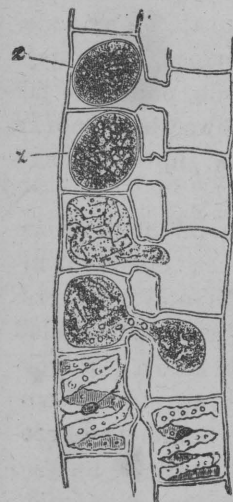
Gatunki, żyjące ciałami martwymi czyli roztocze, stopniowo rozkładają te ciała na związki proste (pewne gazy, wodę i związki mineralne).

Różne gatunki bakterij mogą żyć w niejednakowych warunkach. Dla wielu gatunków np. światło jest zupełnie niepotrzebne, a nawet zabijające. Jedne mogą się rozwijać przy wszelkiej temperaturze, inne tylko w płynach bardzo ogrzanych, np. w źródłach gorących. Są gatunki, rozwijające się w obecności tlenu, inne znowu gazu tego nie potrzebują. Są wreszcie gatunki, które przyswajają siarkowodor — gaz, zabójczy dla wszystkich prawie organizmów.

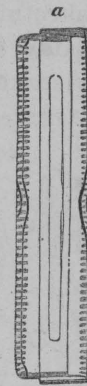
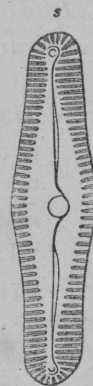
III. SPRZĘŻNICE (ZYGOPHYTA).

Są to organizmy jednokomórkowe, żyjące pojedynczo lub połączone w kolonie. Pływek nie posiadają. Komórki ich zawierają chlorofil i często drugi barwnik ciemny. Rozmnażają się przez podział lub zapomocą siemion, powstających z połączenia dwóch komórek. Tylko chlorofil bez innych barwników pod postacią spiralnie zwinętej wstęgi ma spotykana często w naszych wodach skrętnica (*Spirogyra*). Komórki skrętnicy są połączone w jedną zieloną nitkę. Skrętnica rozmnaża się w taki sposób, że dwie nitki wypływają na powierzchnię wody, stają równolegle do siebie, zawartość pojedynczych komórek odstaje od ścianek i tworzy ciało okrągłe. Następnie pomiędzy dwiema sąsiednimi komórkami tworzy się kanał z dwóch wypukłych błon komórek sąsiednich, i zawartość jednej komórki przelewa się do komórki, leżącej obok (rys. 144). Tak powstaje siemię (z) z komórek sprzężonych i może kiełkować następnej wiosny i dać nową nić.

Do sprzężnie również należą wodorosty bardzo drobne, jednokomórkowe, żyjące w wodzie słodkiej i morskiej — okrzemki (rys. 145). Kształty ich zewnętrzne mogą być bardzo różne — owalne, okrągłe lub wydłużone. Charakterystyczną cechą stanowi ich błona komórkowa, zawierająca dużą ilość krzemionki. Błona ma postać pudełeczka, przykrywającego się wieczkiem. Z tego powodu okrzemki wyglądają niejednakowo widziane z góry i z boku. Ściany zwykle pokryte są



Rys. 144.



Rys. 145.



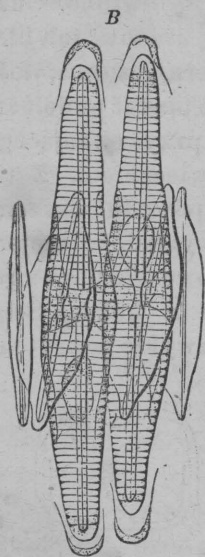
Rys. 144. Sprzężenie skrętnic: z — siemię. Rys. 145. Skrzyneczka (*Pinnularia viridis*): s — widziana z wierzchu, a — z boku, 3 — przekrój poprzeczny (znacznie powiększone).

delikatnym rysunkiem, wytworzonym przez zagłębienia ścianki. Wewnątrz komórek oprócz chlorofilu znajduje się barwnik żółty.

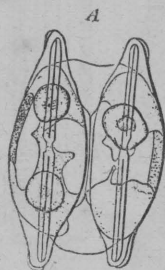
Rozmnażanie się okrzemek odbywa się najczęściej przez prosty podział. Zawartość komórki się powiększa, wieczko stopniowo odstaje od denka, wreszcie protoplazma dzieli się na dwie części, i na jednej z nich pozostaje denko, na drugiej wieczko. Brakujące części błony wydziela później protoplazma dwóch komórek pochodnych.

Powstające przez podział nowe pokolenia stają się coraz to drobniejszymi.

Po upływie jednak pewnego czasu drobne okrzemki zaczynają się rozmnażać w inny sposób (rys. 146): dwie komórki zbliżają się do siebie, zrzucają błony i zlewają się w jedną całość. Powstaje takim sposobem siemię, podobnie jak u skrzętnicy. Nowopowstała komórka rośnie i wytwarza nowe denko i wieczko.



Okrzemki pełzają po podłożu za pomocą cienkich nitków szluzu. Wiele okrzemek wchodzi w skład planktonu w górnych warstwach wody. Szkielety okrzemek opadają na dno i tworzą z biegiem czasu pokłady t. zw. ziemi okrzemkowej, używanej do robót szlifierskich i przy wyrobie dynamitu.



Rys. 146. Tworzenie się zarodników sprzężonych u okrzemki (*Frustulia Saxonica*): A—komórki otoczone wspólną błoną: wewnątrz odbywa się zlewianie ciał plazmatycznych; B—trzeci sposób tworzenia zarodników sprzężonych, przy którym ciała plazmatyczne nie zlewają się (znaczn. pow.).

IV. PLECHOWATE WŁAŚCIWE. (EUTHALLOPHYTA).

Ten typ na zasadzie sposobu odżywiania dzieli się na dwa różne działy: na rośliny komórkowe, odżywiające się samodzielnie i posiadające chlorofil — zielenice i na

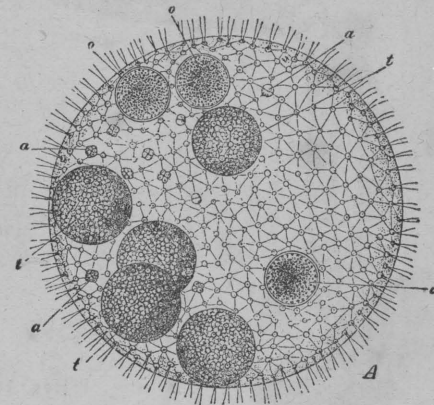
pozbawione chlorofilu—grzyby właściwe, żyjące jako pasorzyty lub roztocze.

1. ZIELENICE (CHLOROPHYCEAE).

Na wilgotnych kamieniach i na ziemi bywa często zielony nalot, łatwo dający się ścierać. Pod mikroskopem widzimy, że pył ten składa się z okrągłych, zielonych kulek (rys. 147). Każda z tych kulek jest pojedynczą rośliną — pierwotkiem (*Protococcus viridis*). Przy silniejszym powiększeniu wewnątrz każdej kulistej komórki pierwotka



Rys. 147. Pierwotki (znacznie powiększ.): nalot i pojedyncze.

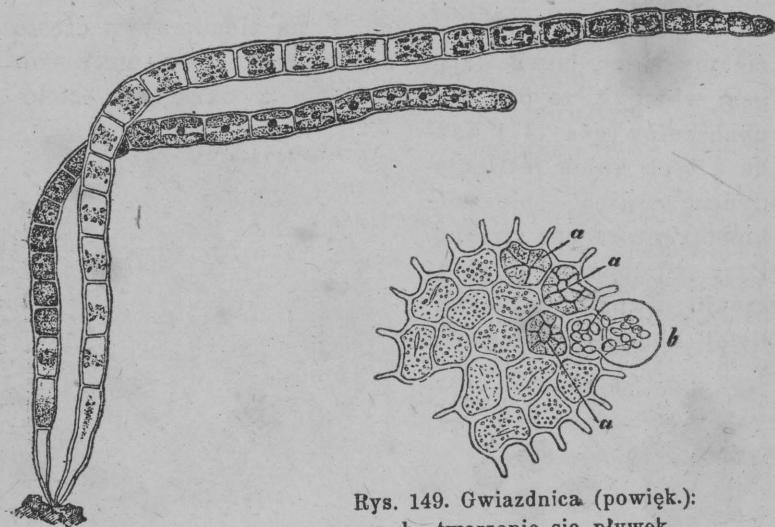


Rys. 148. Toczek (*Volvox aureus*): wewnątrz kolonje pochodne (pow.).

widzimy kilka ciałek chlorofilu w kształcie oddzielnych tabliczek. Pojedyncze komórki rozmnażają się przez prosty podział, lub też wewnątrz każdej komórki tworzy się osiem pływów kształtu jajowatego. Każda pływka porusza się zapomocą dwu rzęs, jakiś czas pływa w wodzie, później wciąga rzęsy, otacza się błoną i tworzy nową komórkę pierwotka.

Inne wodorosty tworzą kolonje, składającą się z wielu komórek. W wodach stojących spotyka się niekiedy toczek (*Volvox aureus*) (rys. 148). Kolonja toczka składa

się z wielu komórek, umieszczonych na powierzchni galaretowatej kuli, wielkości łebka szpilki. Każda pojedyncza komórka ma dwie rzęsy, skierowane nazewnątrz. Rzęsy poruszają się jednocześnie, wskutek czego toczone porusza się ruchem obrotowym, jakby się toczył po wodzie.



Rys. 149. Gwiazdnica (powięk.):
a, b—tworzenie się pływki.

Rys. 150. Wstężnica (Ulotrix zonata) (powięk.).

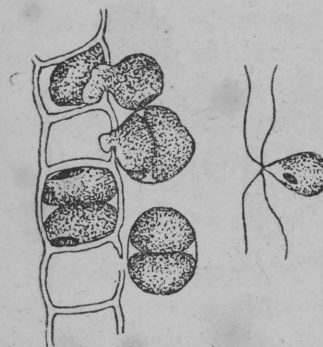
Oprócz komórek z rzęsami spotykają się inne, bezrzęsowe i te służą do rozmnażania. Komórki te dzielą się kilkakrotnie i tworzą nowe kolonie kuliste, jakiś czas zamknięte w kolonji macierzystej.

Inne zielenice tworzą kolonie w kształcie płaskich tafelek, np. gwiazdnica (Pediatrum granulatum — rys. 149), która składa się z 16 komórek, ułożonych w jedną tarczę.

Bywają również zielenice postaci nitkowatej, jak skrętnice. Do takich należy wstężnica (Ulotrix zonata — rys. 150). Każda nitka, przymocowana do kamieni podwodnych i innych przedmiotów, ma kształt walcowaty, zawiera jądro i ziarno chlorofilu pod postacią wstęgi. Wstęgi-

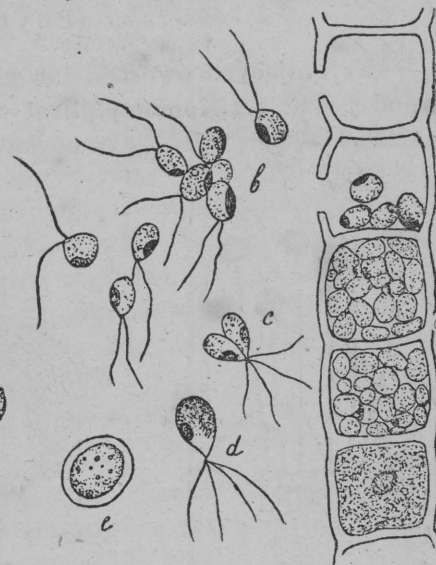
nica rozmnaża się sposobem bezpłciowym i płciowym. Przy bezpłciowym rozmnażaniu zawartość pewnych komórek dzieli się na cztery części, każda część tworzy pływki o czterech rzęsach. Pływki wypływają z komórki macierzystej osobnym otworem (rys. 151), jakiś czas pływają w wodzie, przytwierdzają się do dna i tworzą wreszcie nowe nici wstężnicy.

Przy rozmnażaniu płciowym tworzą się



Rys. 151.

Rys. 151. Bezpłciowe rozmnażanie wstężnicy. — Rys. 152. Płciowe rozmnażanie wstężnicy: b—pływki, c i d—łączenie się pływki, e—siemie (powiększone).



Rys. 152.

pływki mniejsze o dwu rzęsach (rys. 152). Pływki wypływają z komórek macierzystych i łączą się parami. Połączenie odbywa się tylko pomiędzy pływkami, pochodzącymi z różnych osobników wodorostu. Wytworzone z dwóch komórek siemiona kiełkują i tworzą nowe nici wstężnicy.

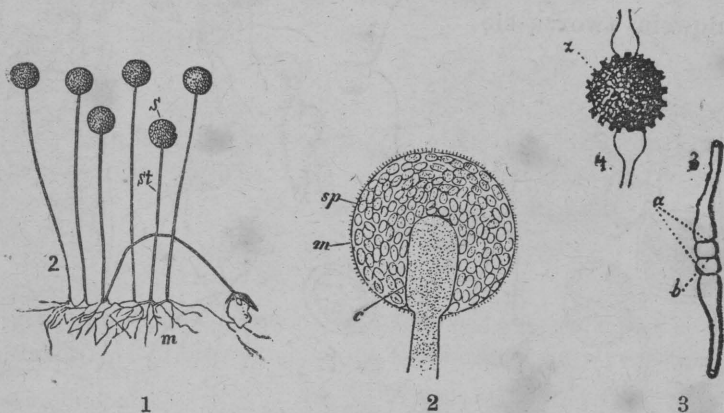
Do zielenic również należą niektóre wodorosty morskie, których plecha przybiera kształt pędu ulistnionego. Cała

roślina jednakże jest pojedynczym tylko komórczakiem, mikroczłonkowym na części drobniejsze.

2. GRZYBY (EUMYCETES).

Pleśniaki (Phycomycetes).

Na gniących owocach lub chlebie ukazują się często pod postacią zielonawej pilśni — pleśniaki. Cała roślina składa się z jednej komórki, silnie rozgałęzionej (rys.



Rys. 153. Pleśniak (*Mucor Mucedo*): 1 — pleśniak z zarodnikami (s), 2 — zarodnia powiększona w przekroju, 3 i 4 — wytwarzanie siemienia.

153). Nitkowate rozgałęzienia pleśni, czyli strzępki, tworzą niekiedy zbitą masę, podobną do wójłoku, zwaną grzybnia. Ścianki strzępek składają się ze szczególnej odmiany błonnika — z błonnika grzybowego, który się nie barwi od jodu i kwasu siarkowego. W komórkach grzybów zamiast skrobi gromadzi się tłuszcz pod postacią kropel i cukier grzybowy (mannit). Gdy się mają tworzyć zarodniki, pewne strzępki wyrastają nad podłoże, rozszerzają się na końcu i tworzą kuliste zarodnie,

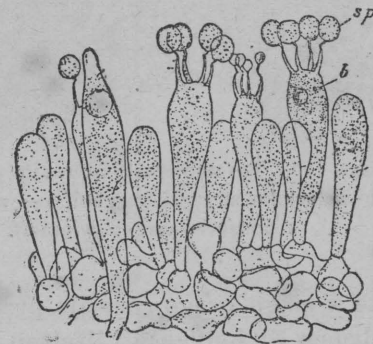
oddzielone błoną od pozostałej części grzybni (1 i 2). Wewnątrz zarodni tworzy się znaczna ilość zarodników (sp). Gdy zarodnia pęka, wysypujące się zarodniki krążą w powietrzu w pył, a spadając na odpowiednie podłoże, mogą wytworzyć nowe grzyby. W ten sposób pleśniak wytwarza zarodniki wówczas, gdy żyje wśród sprzyjających warunków.

Oprócz tego sposobu rozmnażania u pleśniaków widzimy jeszcze sposób inny, przypominający tworzenie siemion u skrzętnicy. Mianowicie — końce dwóch strzępek zbliżają się ku sobie (3), wytwarzają na szczycie po jednej komórce (a i b), komórki te zlewają się razem i tworzą siemię (4 z), mogące kiełkować. Siemiona powstają wówczas, gdy roślinie grozi zagłada.

Pleśniaki zbliżają się do wodorostów swą budową i sposobem rozmnażania, różnią się od nich jednak brakiem zielonego barwnika.

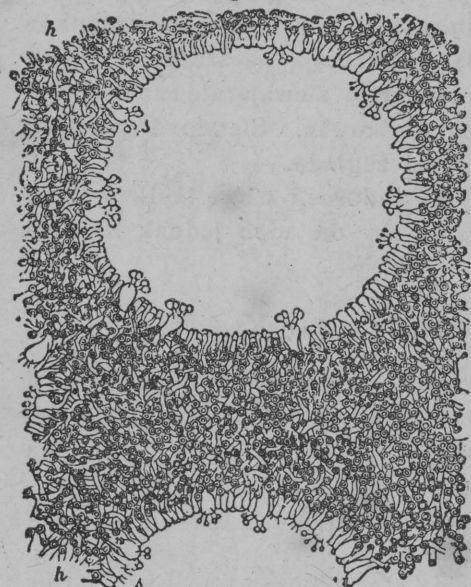
Podstawczaki (Basidiomycetes).

Grzyby wyższe, nazywane „grzybami” w mowie potocznej, mają strzępki wielokomórkowe, a grzybnia ich dochodzi do znacznych rozmiarów. Najważniejsza część grzyba — grzybnia — leży pod ziemią; na powierzchni ziemi tworzą się ciała, wytwarzające zarodniki i złożone z trzona i kapelusza. Najczęściej na dolnej stronie kapelusza, na blaszkach, rozchodzących się od środka trzonu, lub wewnątrz rurek znajdują się



Rys. 154. Część blaszki z zarodnikami (powiększona). osobne komórki, zwane mi-sp. b — podstawka (powiększona).

podstawkami, a na każdej podstawie tworzy się najczęściej po cztery zarodniki (rys. 154). Zarodniki opadają na grunt, w którym jest dużo szczątków organicznych, kiełkują i dają grzybnię. W pewnych okresach z grzybni wyrastają trzony z kapeluszami, które są tylko pewną częścią całej rośliny. Zwykle na jednej grzybni powstaje większa ilość ciał, niosących zarodniki. Borowik (*Boletus edulis*), huby (*Polyporus*), przyrośnięte jakby połową

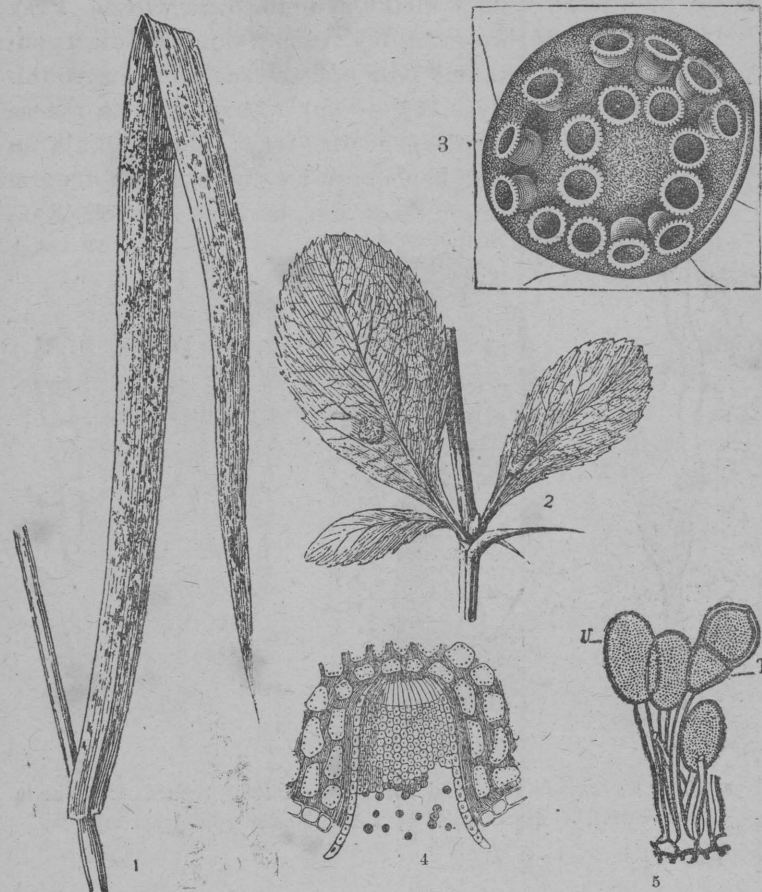


Rys. 155. Przekrój rurki huby (*Polyporus*): h—splcione strzępki grzybni, s — warstwa z podstawkami (powiększ.).

do pnia drzew, mają zarodniki wewnątrz rurzek (rys. 155), pieczarka zaś (*Agaricus campestris*), ryz (*Agaricus deliciosus*) i muchomor (*Amanita muscaria*) — na blaszkach pod kapeluszem. Do podstawczaków należą również purchawki (*Lycoperdon*), których zarodniki są z początku zamknięte wewnątrz kulistej zarodni.

Bardzo złożonym rozwojem odznaczają się grzyby, pasorzytujące na różnych roślinach i znane pod nazwą r d z y. Grzyby te w ciągu swego rozwoju przenoszą się z jednej rośliny na drugą. Na łodygach i liściach pewnych traw można znaleźć rdzawe plamy. Pod mikroskopem widzimy, że są to skupienia zarodników letnich (rozwijają się w ciągu lata) grzy-

ba, który się osiedlił wewnątrz rośliny — żywiciela. Zarodniki te (rys. 156 — U) z łatwością przenoszą się na



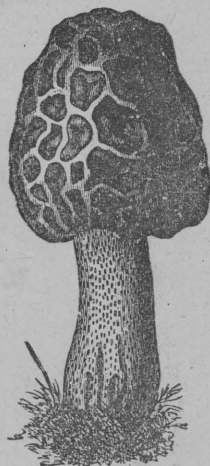
Rys. 156. 1—liść żyta z plamkami rdzy, 2—liść berberysu z grudkami rdzy, 3—grudka rdzy z liścia berberysu, powiększona (widać kubeczki, w których tworzą się zarodniki, 4—jeden kubeczek, znacznie powiększony, 5—zarodniki letnie (U) i zimowe (T) na liściach żyta, pow. 300 razy.

inne rośliny i zarażają je grzybem. Na jesieni grzyb rozwija t. zw. zarodniki zimowe (rys. 156 — T), które mogą przetrwać zimę i kielkują dopiero na wiosnę. Przy

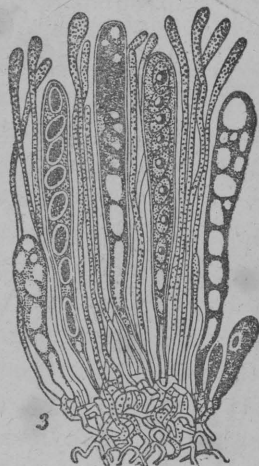
kielkowaniu ich tworzy się grzybnia z podstawkami i na podstawkach nowe zarodniki (rys. 157 — sp). Zarodniki te nie są niebezpieczne dla traw, ale kielkują na liściach berberysu i wytwarzają na drugim żywicielu czerwone plamy na liściach. Każ-



Rys. 157.



Rys. 158.



Rys. 157. Kielkujące zarodniki rdzy. — Rys. 158. Smardz (*Morchella esculenta*); 3—część warstwy z zarodnikami (powiększony).

da plama składa się ze skupienia zarodników; zarodniki te dla dalszego rozwoju muszą się przenieść na roślinę zbożową. Inne gatunki rdzy spotykają się na grochu, sośnie, grusze i t. p.

Workowce (Ascomycetes).

Również wielokomórkowymi grzybami są workowce. Końce pewnych strzępek tych grzybów rozszerzają się workowato, tworząc zarodnie, w których powstaje po osiem zarodników (rys. 158 — 3). Za przykład może służyć smardz (rys. 158), którego zarodnie rozwijają się w zagłębieniach na powierzchni kapelusza.



1



2

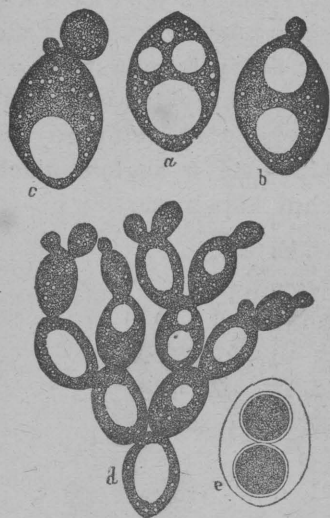


3

Rys. 159. 1—kłos żyta z przetrwalnikami; 2—rozek sporyszu, kielkujący na wiosnę w grzybní, wydająca „ciała owocowe”; 3—grzybnia sporyszu, przerastająca słupek żyta (powiększone).

Do innych grzybów workowców należą pewne rodzaje pleśni i sporysz (*Claviceps purpurea*). Sporysz (rys. 159) z początku wrasta w młodą załącznię żyta. Pod wpływem grzyba z załączni wydziela się słodka ciecz, która nęci owady. Owady przenoszą wtedy zarodniki grzyba

z jednego kłosa na drugi. Po upływie pewnego czasu grzybnia sporyszu tworzy zbitą masę (t. zw. przetrwalnik) na miejscu słupka (rys. 159). Przetrwalniki opadają na ziemię i w ciągu następnej wiosny rozwijają zarodnie, umieszczone w kulistych podkładkach.



Rys. 160. Drożdże (znacznie powiększone): a—komórka pojedyncza drożdży, b, c—komórka pączkująca, d—łańcuch komórek, e—wytwarzanie zarodników.

ku cukru, wewnątrz komórek drożdży tworzy się po czterech zarodniki (e). Zarodniki mogą żyć przez czas dłuższy nawet w stanie suchym, a zwykle komórki drożdży żyją tylko dwa tygodnie.

Drożdże piwne należą do grzybów hodowanych od dawna; inne gatunki drożdży żyją w stanie dzikim.

3. POROSTY (LICHENES).

Do grzybów wyższych należą również porosty, w skład których wchodzi strzępki grzyba i zielone komórki wodorostów. Porosty są właściwie roślinami złożonymi z grzybów, zwykle workowców, i wodorostów, które żyją i rozmnażają się, otoczone strzępkami grzyba (rys. 161).



Rys. 161. Przekrój porostu w powiększeniu: a, b i c — komórki wodorostu jeszcze żywe, d—komórki martwe.

Zewnętrzna postać porostów bywa bardzo różna. Rośliny te tworzą skórkowate narośle na korze drzew, na parkanach, skałach, kamieniach, murze, nawet na słupach metalowych; mają kształt drobnych krzaczków, lub zwieszają się z gałęzi (rys. 162). Komórki wodorostów wyosobnione z porostu żyją i rozmnażają się oddzielnie; również oddzielić się daje grzyb, żyjący w współżyciu z wodorostem. W poroście strzępki grzyba dostarczają wody i pokarmu mineralnego, a wodorost zielony wytwarza potrzebne wodany węgla dla siebie i dla grzyba.

Porosty rozmnażają się zapomocą zarodników, które prawie zawsze tworzą się, jak u workowców, w workach, zebranych w miseczki. Kielkujące zarodniki rozwijają się wtedy tylko, jeżeli w pobliżu znajdują odpowiedni wodorost, do którego mogą się przyczepić strzępki grzyba. Komórki wodorostu żyją czas jakiś w poroście, wkońcu jednak giną, wysane przez grzyb (rys. 161). Porosty mają jeszcze inny sposób rozmnażania się, a mianowicie pewna część ich plechy tworzy kłaczki, które wiatr łatwo przenosi na inne miejsce. Kłaczki, złożone z wodorostu i strzępek, rozrastają się i dają nowe plechy porostów.

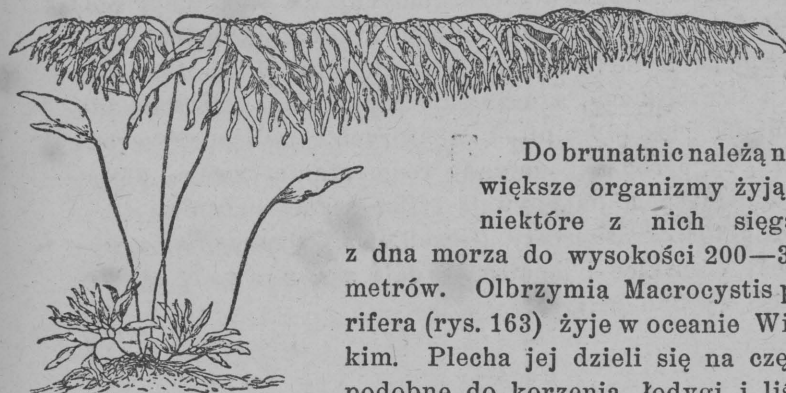
Rys. 162. Brodaczka
(*Usnea barbata*).

Dzięki wodorostom, które żyją w strzępkach grzybów, porosty z łatwością przystosowują się do różnych warunków, znoszą zupełne wysychanie i zamarzanie.

V. BRUNATNICE (PHAEOPHYTA).

Brunatnice rosną wyłącznie w morzach. Komórki ich oprócz chlorofilu zawierają barwnik brunatny. Komórki te tworzą najczęściej dwie warstwy, widoczne na przecięciu — miękisz bezbarwny i miękisz zieleniowy. Niektóre komórki są opatrzone otworkami w pewnych miejscach (komórki sitkowe) i przypominają rurki sitkowe roślin wyższych. Rozmnażają się zapomocą pływek, albo też mają nieruchome komórki żeńskie (jaja) i ruchome, opatrzone rzęsami komórki męskie — plemniki. Jaja i plemniki łączą się w wodzie morskiej po wyjściu z ko-

mórki wodorostu. Z jaj, które się połączyły z plemnikami (jaj zapłodnionych), powstają siemiona, które kielkują i tworzą nowe rośliny.



Rys. 163. *Macrocyctis pyrifera* (silnie zmniejszona).

Do brunatnic należą największe organizmy żyjące: niektóre z nich sięgają z dna morza do wysokości 200—300 metrów. Olbrzymia *Macrocyctis pyrifera* (rys. 163) żyje w oceanie Wielkim. Plecha jej dzieli się na części podobne do korzenia, łodygi i liści. Liście są zaopatrzone w pęcherze, zapomocą których wznoszą się ku górze. Różne gatunki sargasów (*Sargassum*) mają pęcherze pławne nie połączone z liśćmi, a odrywając się od dna morskiego, pływają po powierzchni morza wraz z innymi wodorostami. Miejscowość na oceanie Atlantyckim, zajęta przez masę tych wodorostów, nosi nazwę morza sargasowego i jest znana od czasów Kolumba.

Z popiołu niektórych brunatnic otrzymuje się brom i jod.

VI. KRASNOROSTY (RHODOPHYTA).

Krasnorosty, wogóle znacznie mniejsze od brunatnic, mają barwę czerwoną, fioletową, niekiedy niebieską. Barwa pochodzi od barwników dodatkowych (fikoerytrina). Niekiedy bywają krasnorosty białe, które mają ścianki

twarde jak kość, przesiąknięte węglanem wapnia (Lithothamnion). Wapienne krasnorosty tworzą w pewnych miejscach duże osady skał wapiennych. Rozmnażają się zapomocą zarodników nieruchomych, lub też mają nieruchome plemniki, które przenosi woda. Komórki jajowe są opatrzone włoskami (trichoginy). Plemniki łączą się z trichoginami, a następnie zapłodnione jaja dają nie siemiona, lecz kilka nitek, w których rozwijają się zarodniki. Tego rodzaju narządy rozmnażania, zwane owocnikami (carpogonia), bywają tylko u krasnorostów.

Niektóre krasnorosty (*Gracillaria*, *Glaeopeltis*) z wybrzeży chińskich i japońskich dają agar-agar, używany do wyrobu galaret.

VII. OSIOWE (CORMOPHYTA).

1. MCHY (BRYOPHYTA).

Mchy mają łodygę ulistnioną i chwytники korzeniowe—długie, brunatne komórki. Oddział najniższych mchów (wątrobowce) ma łodygę w kształcie płaskiego listka, przyrosłego do ziemi, bez liści właściwych, należy jednak do roślin osiowych ze względu na sposób rozmnażania. W budowie wewnętrznej mchów zasługuje na uwagę zupełny brak wiązek przewodzących lub wiązki najprostszej budowy. Rozmnażają się zapomocą zarodników; posiadają również plemniki i komórki jajowe, które leżą na dnie rodni (rys. 164). Tak się nazywają osobne narządy wielokomórkowe, mające kształt buteleczki z szyjką. Plemniki rozwijają się w komórkach kształtu worczka, w plemniach (rys. 165).

Rodnie i plemnice znajdują się zwykle na osobnych egzemplarzach. Narządy te są umieszczone gromadnie

i otoczone listkami czerwonawemi, które tworzą coś podobnego do okrywy kwiatowej, tak zwaną otulnię. Po między rodniami i plemniami znajdują się nitki kilkomórkowe — wstawki.

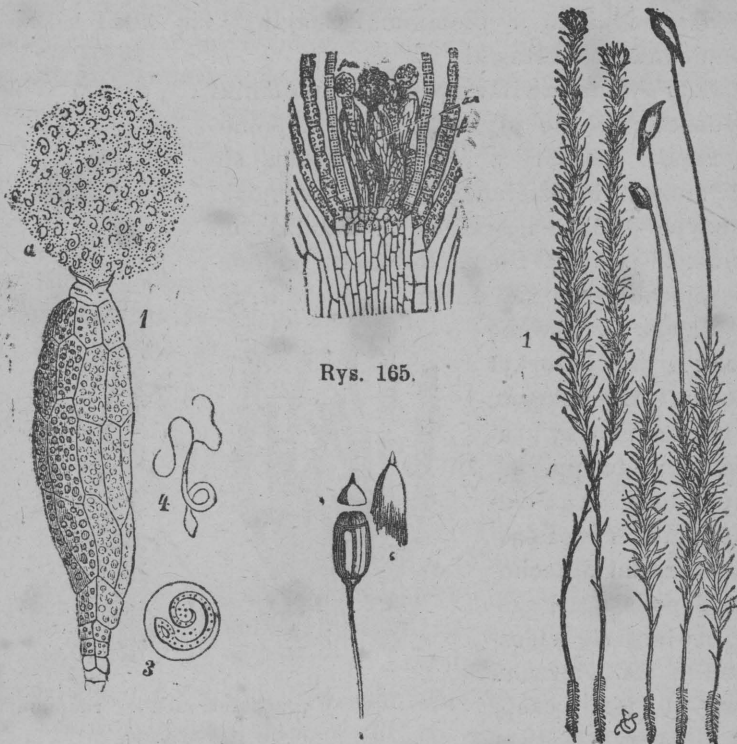
Gdy woda zwilży plemnice, plemniki wydostają się do płynu, pływają zapomocą rzęs, i niektóre z nich przylepiają się do śluzu, wydzielanego przez komórki w szyjce rodni, i wkońcu dochodzą do komórki jajowej. Po zapłodnieniu komórka jajowa dzieli się, dolna jej część wrasta ssawką w tkankę mechu i jak pasorzyt czerpie z niej pokarm, a górna tworzy zarodnię, zwaną puszką, napełnioną zarodnikami. Przez środek zarodni przechodzi oś (podsada). Puszka otwiera się wieczkiem i na wierzchu pokryta jest czepkiem, który się tworzy z zeschniętej części rozerwanej rodni (rys. 166).

W suchem powietrzu puszki pękają, i zarodniki wysypują się. Na wilgotnej ziemi kiełkujące zarodniki wyrastają w rozgałęzione nitki, tworząc tak zwany spletek mchów, podobny do wodorostów (rys. 167). Spletek ma w sobie ziarna chlorofilu; niektóre jego rozgałęzienia podziemne są bezbarwne i zastępują korzenie. Na spletkach powstają rozmnożki (pączki), które dają nowe osobniki mechu liściastego.



Rys. 164. Wierzchołek mechu z rodniami i rodni pojedynczą.

Cały rozwój mehu od zarodnika do utworzenia puszki z nowymi zarodnikami uważać można za kolejne na-



Rys. 165.

1

Rys. 165 a.

Rys. 166.

Rys. 166 a.

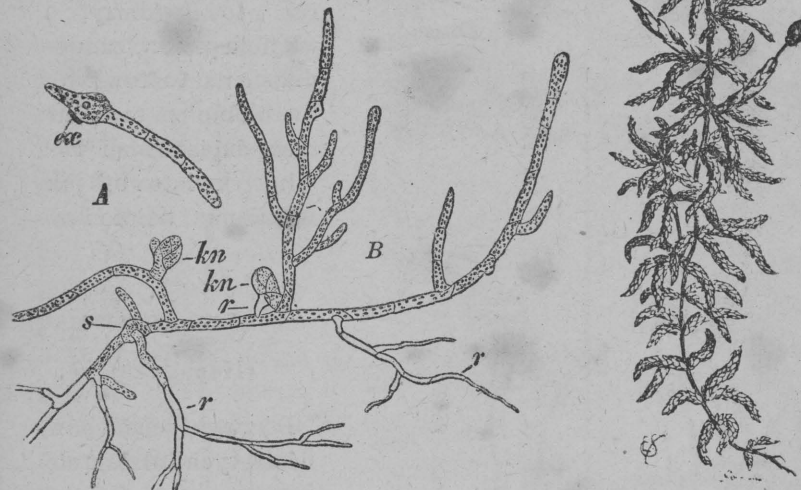
Rys. 165. Wierzchołek mehu z plemniami. — Rys. 165 a. Plemnica mehu (*Funaria*); a plemniki w służbie, powstające ze ścian komórek macierzystych, 3—komórka plemnikowa, 4—plemnik (powiększony).

Rys. 166 Płonnik (*Politrichum commune*); 1—puszki pokryte czepkiem z prawej strony i „kwiatki” mehu z lewej strony, 4—puszka otwarta, 5—czepek.

stępstwo dwóch pokoleń, z których jedno składa się ze splątka i pochodzącego od niego mehu liściastego. Na mehu rozwijają się narządy płciowe — rodnie i plemnice

Drugie pokolenie znacznie mniejsze—bezpłciowe, składa się z zarodni, która wyrasta z zapłodnionego jaja i daje zarodniki.

Wszystkie mchy potrzebują dużo wilgoci i dlatego żyją chętnie na błotach, mogą jednak bez szkody dla siebie wysychać i znowu się ożywiać przy zwilżaniu wodą i z tego powodu żyją w dużej ilości na skałach i pniach drzew, a nawet na liściach trwałych drzew pod-



Rys. 167.

Rys. 168.

Rys. 167. Splątek mehu, rozwijający się z zarodnika s; kn—rozmnożki; r—chwytniki.

Rys. 168. Mech torfowy (*Sphagnum*).

zwrotnikowych. Na skałach i pniach drzew drobne mchy żywią się pokarmem, jakiego dostarcza osiadający pył i woda deszczowa.

Mchy torfowe (*Sphagnum* — rys. 168) odznaczają się tem, że w wielkiej ilości pochłaniają wodę, jak gąbki. Żyją na błotach, a nawet w wodzie. Dolne części tych

mchów stopniowo zamierają i pogrążają się w wodzie, a pod wpływem bakteryj rozkładają się i tworzą torf. Odbywa się tu zjawisko podobne do wypalania węgla.

Mchy ukazują się z początku na brzegach, później pokrywają całą przestrzeń jeziora. Z biegiem czasu torf staje się coraz to grubszy, i wkońcu jezioro zamienia się na torfowisko. Na błocie za mchami zaczynają rosnąć rośliny kwiatowe, jak wełnianka, bagno i in.

Wątrobowce (Hepaticae).

Do zwykłych mchów liściastych zbliżają się wątrobowce. Ciało wątrobowców składa się z plechy lub pędu wyrosniętego na łodygę i liście, ale w każdym razie przylega do ziemi. Rodnie i plemniki stoją na wyrostkach parasolowatych (rysunek 169) i są umiesz-



Rys. 169. Porostnica wielokształtna (*Marchantia polymorpha*): 1 — roślina męska, 2 — żeńska.

czone na różnych egzemplarzach rośliny. Po zapłodnieniu komórka jajowa przez podział przekształca się w owalnego kształtu zarodnię na nóżce. Zarodnia pęka na cztery części i zawiera oprócz zarodników sprężycy czyli nici sprężyste, które rozrzucają zarodniki. Splotek przy kiełkowaniu zarodników nie rozwija się. Oprócz zarodników wątrobowce rozmnażają się także zapomocą rozmnożek (rys. 169).

2. PAPROTNIKI (PTERIDOPHYTA).

Paprotniki mają również zmianę pokoleń, jak mchy, ale różnią się od nich tem, że pokolenie płciowe, na którym znajdują się rodnie i plemniki, jest rośliną drobną, podobną do plechy porostnicy, a zarodniki rozwijają się na roślinie liściastej. Z żyjących obecnie paprotników najważniejsze są paprocie, skrzypy i widłaki.

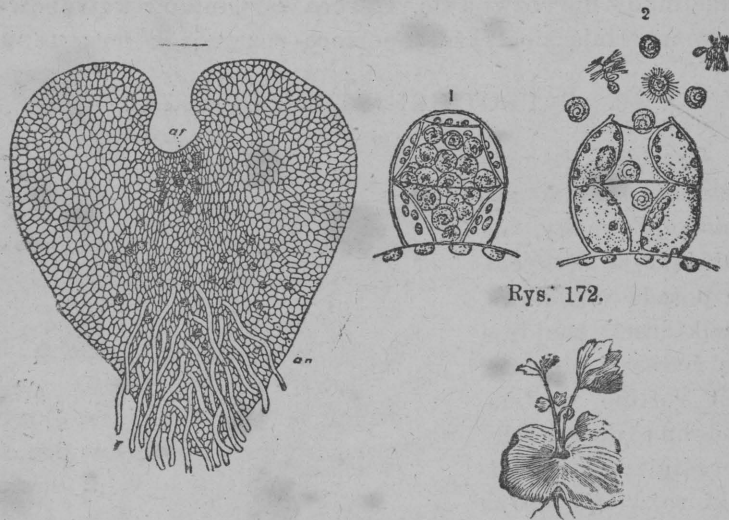
Paprocie (Filicales).

Paprocie (rys. 170) mają liście znacznej wielkości, zwykle pierzaste. W młodości liść paproci bywa zwinięty spiralnie, z list-



Rys. 170. Paproć samcza (*Aspidium filix-mas*): liść cały zmniejszony, B—pojedynczy listek z kupkami zarodni, pokrytymi osłonką, C—kupki bez osłonki, A—przekrój kupki.

kami zawiniętymi ku środkowi. Łodygi naszych paproci są kłęczami, paprocie drzewiaste podzwrotnikowe mają łodygi pod postacią kłózdin. Na dolnej stronie liścia paproci latem można zauważyć plamy barwy rdzawej (rys. 170 — B i C). Już przy słabem powiększeniu moż-



Rys. 171.

Rys. 173.

Rys. 171. Przedrośle paproci ze strony dolnej: ar—rodnie, an—plemnier—chwytniki. — Rys. 172. Plemnica paproci: 1—zamknięta, 2—plemnica otwarta, z której wypływają plemniki. — Rys. 173. Młoda paproć, wyrastająca z przedrośla.

na zauważyć, że każda taka plama składa się z pewnej liczby brunatnych woreczków, stojących na osobnych łodyżkach i przykrytych jedną błonką (rys. 170—A). Każdy woreczek jest zarodnią paproci; błona, pokrywająca wszystkie zarodnie (osłonka), później opada. Wysychające zarodnie pękają i rozsypują zarodniki działaniem sprężystego pierścienia, otaczającego dookoła zarodnię. Kielkujące zarodniki dają przedrośle (rys. 171); w tej postaci paproć ma kształt plechy serduszkowatej; na stro-

nie dolnej, zwróconej ku ziemi, rozwijają się na przedroślu rodnie i plemnice. ¹⁾ Plemnice stoją bliżej zaostrego końca przedrośla; plemniki są skręcone węzłownicowato i opatrzone rzęsami (rys. 172). Plemnice otwierają się tylko w wodzie, na rosie lub deszczu i wtedy plemniki dochodzą do rodni, pogrążonej w tkankę przedrośla. Gdy plemniki przejdą przez szyjkę rodni i dostaną się do komórki jajowej, wówczas z komórki tej wyrasta drugie pokolenie paproci, to jest roślina z pędem ulistnionym, dająca znowu zarodniki. Nowa paproć przez czas jakiś jest połączona z przedroślem (rys. 173).

Płciowem pokoleniem paproci jest przedrośle z rodniami i plemniami, bezpłciowem—roślina ulistniona z zarodnikami, znacznie większa i dłużej trwająca, niż przedrośle.

Paprocie rosną w miejscach wilgotnych i szczególnie okazałe przedstawiają się na niektórych wyspach podzwrotnikowych. Tam rosną duże paprocie drzewiaste, podobne do palm, i gatunki drobne, żyjące na korze drzew.

Pod względem sposobu rozmnażania i rozwoju do paproci podobne są skrzypy i widłaki.

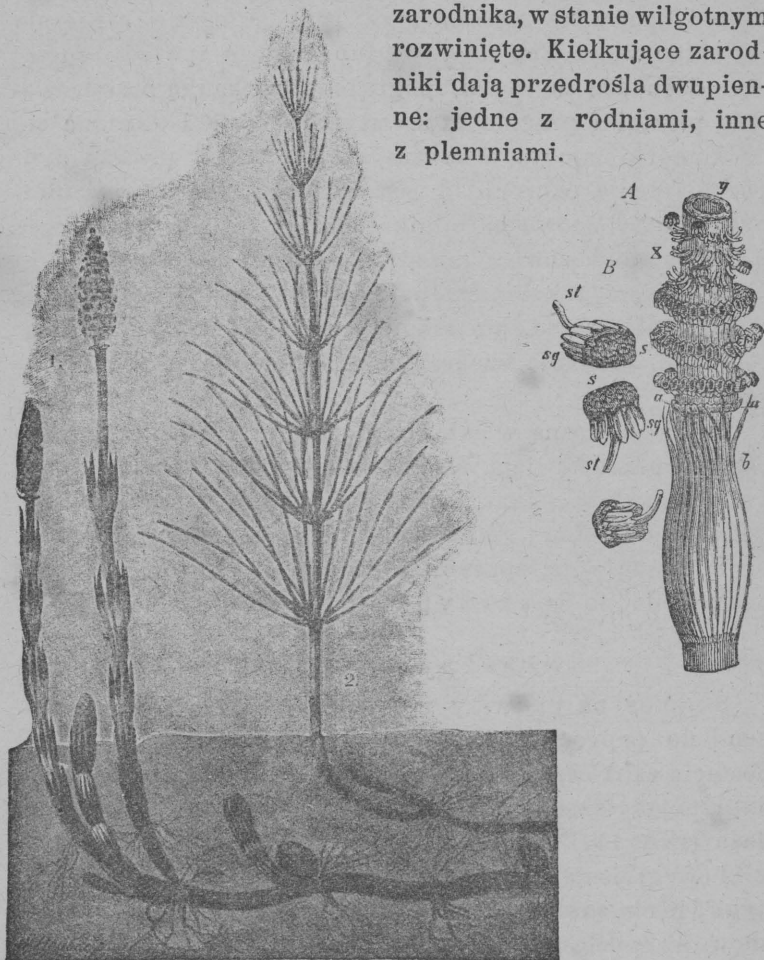
Skrzypy (Equisetales).

Skrzypy na pierwszy rzut oka wydają się niepodobne do paproci, bo liście ich są słabo rozwinięte pod postacią ząbków, zebranych w okrażki dookoła łodygi. Łodygi pojedyncze lub rozgałęzione, rozgałęzienia w okrażkach (rys. 174).

Łodygi posiadają przestwory powietrzne wewnątrz; łodygi i liście zawierają wiele krzemionki. Zarodniki tworzą się w osobnych „kłosach”; każdy niby-kłos ma na wspólnej osi tarczki sześciokątne (liście zmienione) osadzone na trzoneczkach; pod każdą tarczką jest po sześć zarodni-

¹⁾ Odkryte w r. 1844 przez rodaka naszego, I. Sumińskiego.

(rys. 175). Zarodniki (rys. 176) odznaczają się tem, że ich błona zewnętrzna pęka na dwie wstęgi, w stanie suchym obwijające się dookoła zarodnika, w stanie wilgotnym rozwinięte. Kielkujące zarodniki dają przedrośla dwupienne: jedne z rodniami, inne z plemniami.



Rys. 174 i 175. Skrzyp polny: 1—pędy wiosenne, 2—pędy letnie; A—kawałek „kłosa” powiększony. B—pojedyncze listki tarczowate, s—tarczka, st—ogonek, sg—zarodnie.

Skrzypy należą do roślin, rosnących na gruntach piaszczystych i gliniastych; kłacza ich leżą głęboko w ziemi i mają bulwki z materiałami zapasowymi (rys. 174).



Rys. 176. Zarodnik skrzypu: a—ze zwiniętymi wstęgami, b i c—z rozwiniętymi wstęgami (silnie powiększone).

W epoce węgla kamiennego żyły skrzypy drzewiaste znacznej wielkości (Annularia, Calamites), obecnie liczą 25 żyjących gatunków, zaliczanych do jednego rodzaju Equisetum.

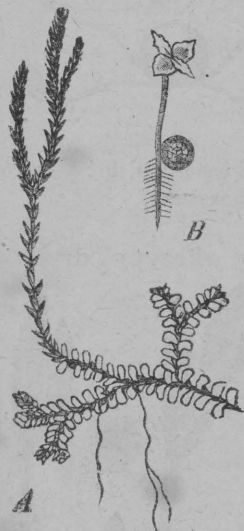
Widłaki (Lycopodiales).

Widłaki (rys. 177) są roślinami wiecznie zielonemi, trwałemi, o łodygach płozących się po ziemi, widelkowato rozgałęzionych. Cienkie łodygi widłaków są gęsto pokryte drobnymi liśćmi lancetowatymi i zapomocą korzeni przybyszowych przyrastają do ziemi. Oddzielne gałązki wznoszą się ku



Rys. 177. Widłak Babimór (Lycopodium clavatum); 2 listek kłoska z pękniętą zarodnią; 3—zarodniki.

górze i niosą kłoski zarodników. W kłoskach zarodnie stoją pojedynczo w kątach liści (rys. 177). Zarodniki, które się wysupują z zarodni, są żółtym proszkiem, używanym do posypywania pigulek. Kielkujące z trudnością zarodniki dają przedrośla zwykle bezbarwne, żyjące jako roztocze i opatrzone opilśnią grzyba.



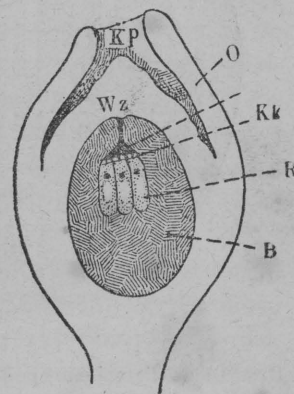
Rys. 178. A — Rozpłaszczka (*Selaginella helvetica*), B — kielkująca makrospora.

żyjących rodnie. Zarodnik duży (makrospora) zaczyna kielkować jeszcze w zarodni na roślinie macierzystej. Mikrosporangium odpowiada pylnikom roślin nagonasiennych, mikrospora — jednemu ziarnku pyłku, makrosporangium — zalążkowi. U nagonasiennych jednak roślin rozwija się tylko jeden zalążek. Niektóre rośliny nagonasienne posiadają również ruchome plemniki, jak rośliny zarodnikowe. Rozpłaszczkę zatem należy uważać za ogniwo pośrednie, wiążące rośliny zarodnikowe z nagonasiennymi.

U roślin nagonasiennych przedrośle prawie nie rozwija się wcale, a makrospora (t. j. zalążek, a właściwie jego część wewnętrzna) rozwija się w roślinie macierzystej i daje wielokomórkowy zarodek.

3. NAGONASIENNE (GYMNOSPERMAE).

Są to drzewa lub krzewy o liściach twardych, najczęściej nieopadających na zimę. Kwiaty jednopłciowe. Kwiatek męski składa się z trzoneczka z wielką liczbą pylników, a żeński z kilku zalążków zupełnie nagich lub przykrytych łuskami, które później często twardnieją i tworzą szyszkę. Zalążki są umieszczone na powierzchni pewnych liści. Zalążek składa się z osłonki (O) (rys. 179 i 180) i jądra, w którym jest zanurzony woreczek zalążkowy. Nad jądrem znajduje się komora pyłkowa (Kp). W woreczku zalążkowym jeszcze przed opyleniem rozwija się bielmo (B), które jest ciałem wielokomórkowym, odpowiadającym przedroślu roślin zarodnikowych. W osłonce na szczycie znajduje się otwór —

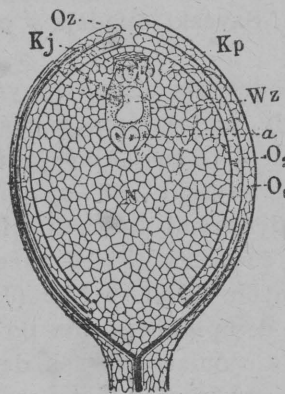


Rys. 179.

okienko: W woreczku zalążkowym jest kilka bardzo prostych rodni (R), składających się z komórki jajowej z dużym jądrem i wakuolą i kilku komórek koronki (Kk). Woreczek zalążkowy można uważać za część rośliny, odpowiadającą makrosporze widłaków różnazarodnikowych; tylko, że makrospora później odpada od rośliny macierzystej, a tu, u roślin nagonasiennych, ta część pozostaje zrosniętą z owocolistkiem. Ziarnko pyłku two-

4. OKRYTONASIENNE (ANGIOSPERMAE).

Zalążki okrytonasiennych (patrz rys. 181) stoją na szwie owocolistków, które zrastają się brzegami i tworzą słupki. Zalążki roślin okrytonasiennych mają podobną budowę,



Rys. 182.

jak u roślin nagonasiennych. Zalążki bywają najczęściej osłonięte dwiema osłonkami O_1 , O_2 , w których pozostaje otwarte okienko zalążkowe (Oz, rys. 182). Pod okienkiem znajduje się woreczek zalążkowy (Wz), w którym można dostrzec jedną tylko komórkę jajową (Kj), otoczoną dwiema komórkami pomocniczymi (Kp), i trzy komórki na drugim końcu woreczka, zwane antypodami (a). Jedno z jąder łagiewki, które odpowiada plemnikowi

łączy się z komórką jajową, poczem najczęściej komórki pomocnicze i antypody prędko znikają. Następnie z woreczka zalążkowego zaczyna się rozwijać bielmo nasienia. Owocolistki tworzą owocnię owocu. Nasiona tych roślin z tego powodu są zawsze zamknięte w owocach. Bielmo powstaje po zapłodnieniu zalążków. Dzieli się na dwuliścienne i jednoliścienne.

Dwuliścienne (Dicotyledoneae).

Dwuliścienne mają zarodek o dwu liścieniach, łodygę z otwartymi wiązkami sitkowo-naczyniowymi, korzeń główny, powstający z korzonka w zarodku, liść z blaszki i ogonka, często z przylistkami, kwiat typu pięcio- lub

cztero-członkowego, z okwiatem najczęściej wyróżnionym na kielich i koronę.

Dwuliścienne podzielić można na dwie nierówne grupy: na Wolnoplątkowe (Dialypetalae) i Zrosłoplątkowe (Sympetalae). Pierwsza, liczniejsza grupa dawniej ukazała się na ziemi.

WOLNOPLĄTKOWE (DIALYPETALAE).

Wierzbowate (Salicaceae).

Rośliny wierzbowate zaliczyć można do dwuliściennych z najprostszą budową kwiatu. Wierzba i wia (Salix caprea) ma kwiat pręcikowy, złożony z dwu pręcików i łuskowatego przykwiatka (rys. 183), kwiat słupkowy z jednego słupka i przykwiatka. Owoc — torebka z nasionami, okrytymi puchem. Wierzby należą do roślin dwupiennych i choć nie mają barwnego okwiatu, opylają się zapomocą owadów. Jasna barwa kotek i miodniki w kątach przykwiatków nęca owady. Oprócz różnych gatunków wierzby, do tej rodziny zaliczają się również topole (Populus).

Miseczkowate (Cupuliferae).

Nazwa rodziny pochodzi od miseczki (szupinki) ze zrosniętych przykwiatków, otaczającej kwiatek słupkowy (rys. 184); u buków (Fagus) kolczasta miseczka otacza kilka słupków, a później owoców. Oprócz dębu i buku należy tu jeszcze grab (Carpinus), leszczyna (Corylus) i kasztan słodki (Castanea).



Rys. 183. Wierba iwa (*Salix caprea*): 1—gałązka z liśćmi i kotką pręcikową, 2—z kotką słupkową, 3—kwiat pręcikowy, 4—słupkowy, 5—torebka w przekroju, 6—torebka otwarta, 7—nasienie.

Goździkowate (Caryophyllaceae).

Rośliny zielne o liściach całobrzegich, zwykle pokrytych niebieskawym pyłkiem, kwiaty pięcioczonkowe o 10 pręcikach. Owoc — torebka, pękająca ząbkami. Należą tu różne goździki (*Dianthus*), kąkol (*Agrostemma* Githago rys. 184), muszec (*Stellaria*) i wiele innych.



Rys. 184. Dąb szypułkowy (*Quercus pedunculata*): 1 i 2—kotki pręcikowe, 3—kwiat słupkowy, 4—kwiat słupkowy w przekroju, 5—żołędź.

Najprostsze rośliny goździkowate mają okwiat prosty, zielony i zbliżają się pod tym względem do roślin, zwanych bezpłatkowymi, jak wierzbowate, miseczkowate; wyższe, jak goździki właściwe, posiadają okwiat z kielicha i barwnej korony.

Jaskrowate (Ranunculaceae).

Rośliny jaskrowate wraz z goździkowatymi należą do najczęściej spotykanych roślin łąkowych. Niektóre jaskrowate należą do roślin, kwitnących wczesną wiosną (są to rośliny, posiadające zapasy materiałów pokarmowych

w bulwach lub kłączach), inne kwitną do późnej jesieni. Budowa kwiatów bardzo rozmaita, prawidłowa lub nieprawidłowa, z okwiatem pojedynczym lub podwójnym, z większą liczbą pręcików i słupków, ułożonych wężowni-



Rys. 185. Kąkol—cok sam kwiat.



Rys. 186. Kaczymiec.

cowato. Tu należą różne jaskry (*Ranunculus*), ostróżka (*Delphinium*), rutewka (*Thalictrum*), kaczyniec (*Caltha*, rys. 186) i wiele innych.

Krzyżowe (Cruciferae).

Do krzyżowych należy bardzo wiele roślin, rosnących około pól i dróg, wiele uporczywych chwastów. Wiele

również roślin krzyżowych należy do hodowanych i dostarczających jadalnych korzeni (rzepa, rzodkiewka), liści (kapusta), lub zawierających olejki lotne (chrzan, gorczyca). Kwiat o czterech działkach kielicha, czterech płatkach, sześciu pręcikach czterosilnych (to jest cztery dłuższe, a dwa krótsze) i jednym słupku. Owoc—łuszczyzna (rys. 187).

Makowate (Papaveraceae).

Makowate posiadają kielich dwudziałkowy, cztery płatki korony, jak krzyżowe, wiele pręc-



Rys. 187. Gałązka rzepaku z kwiatami i owocami; 2—pręciki, słupek i miodniki na dnie kwiatowem.



Rys. 188. Kwiat róży przecięty.

oików i jeden słupek. Zielone części tych roślin zawierają sok mleczny. Należą tu różne gatunki maku (*Papa-*

ver), Jaskółcze ziele (*Chelidonium majus*) i hodowana w ogrodach pozłotka kalifornijska (*Eschscholtzia californica*) (rys. 68).

Różane (Rosiflorae).

Z budowy kwiatów (rys. 188) rośliny tej rodziny podobne są do jaskrowatych, różnią się jednak kołożaląniowością i tem, że pręciki stoją tu w okółkach, a nie skrętolegle, jak u jaskrowatych. Osadnik zawsze silnie rozrośnięty. Liście z przylistkami. Owoce bardzo różnej postaci — pestkowce (wiśnia, śliwa, jabłko) lub torebki.

Strąkowe (Leguminosae).

Kwiaty motylkowe pięcioczłonkowe, pręcików 10, jednowiązkowych lub dwuwiązkowych, owoc—strąk. Liście najczęściej złożone. Tu należy wiele roślin, dostarczających jadalnych nasion (groch, fasola, bób), i wiele roślin pastewnych (konieczyna, esparceta, łubin, wyka — rys. 189) i t. p.



Rys. 189. Wyka siewna (*Vicia*): b—listek, c—kielich, d, e, f—płatek korony, g—pręciki i słupek, h—strąk.

Baldaszkowe (Umbelliferae).

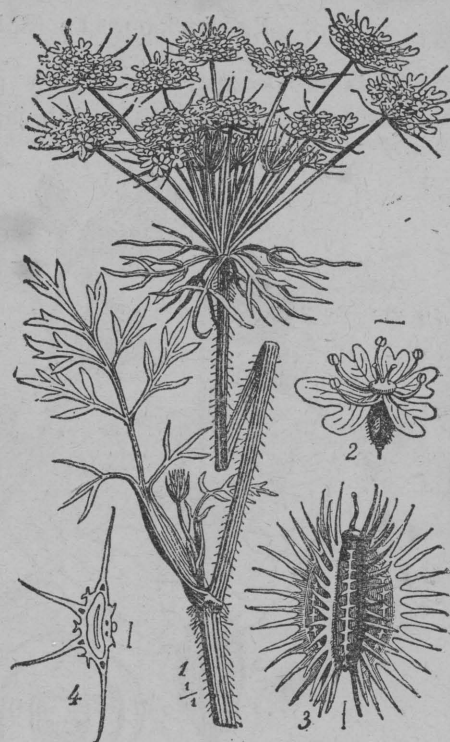
Rodzina liczna i jednorodna; prawie wszystkie rośliny baldaszkowe mają liście pierzaste, duże, kwiat pięcioczłonkowy, o kielichu niewyraźnym, pięciu płatkach, pięciu

pręcikach i jednym słupku dolnym o dwu szyjkach (rys. 190). Kwiaty, zwykle białe i żółte, w baldaszkach złożonych (rzadko prostych). Z roślin hodowanych należy tu marchew (*Daucus Carota* — rys. 190), pietruszka (*Petroselinum sativum*) i wiele innych, uprawianych jako przyprawy.

Ślazowate (Malvaceae).

Rośliny o liściu najczęściej dłoniastym, kwiat z pięciu części, pręciki jednokomorowe zebrane w jedną wiązkę (rys. 54). Tu należą różne gatunki malwy, ślaz lekarski i bawełna, posiadająca nasiona, opatrzone puchem (wata).

Do pokrewnych rodzin należą lipowate (*Tiliaceae*) o kwiatach z białymi przykwiatkami; pręciki zebrane w kilka wiązek, owoc—orzerek.

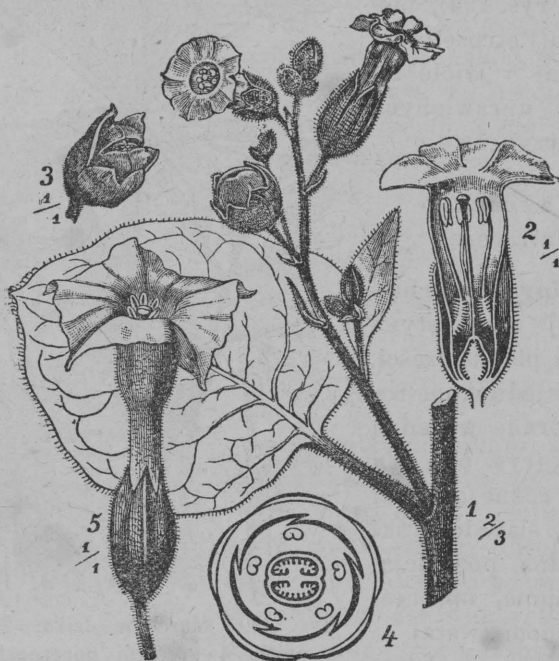


Rys. 190. Marchew dzika: 2 — kwiat, 3—owoc, 4—przekrój poprzeczny owocu.

ZROSŁOPLATKOWE (SYMPETALAE).

Psiankowate (Solanaceae).

Zioła lub krzewy o kwiatach pięciocłonkowych promienistych; owoc—torebka lub jagoda. Owoc w postaci



Ryz. 191. Tytuń machorka (*Nicotiana rustica*): 2—przekrój kwiatu, 3—owoc, 4—narys kwiatu, 5—kwiat tytoniu amerykańskiego.

torebki ma tytuń (*Nicotiana*, rys. 191), bieluń (*Hyoscyamus niger*; inne mają owoc jagodę, jak np. różne gatunki psianki (*Solanum*), ziemniak (*Solanum tuberosum*), pokrzyk (*Atropa belladonna*).

Do rodzin zbliżonych należą: powojowate (*Convolvulaceae*) i szorstkolistne (*Asperifoliaceae*).

Wargowate (Labiatae).

Zioła lub krzewy z łodygą czworoboczną, liśćmi krzyżującymi się, kwiatami wargowymi, o czterech przecikach dwusilnych. Wszystkie wargowate zawierają wiele olejków lotnych i są aromatyczne. Własności lekarskie ma-



Rys. 192. Szałwia: a) cała roślina, b) kwiat, c) korona rozcięta.

ją: mięta (*Mentha*), szałwia (*Salvia*) (rys. 192), tymianek (*Thymus vulgaris*) i wiele innych.

Z kształtu korony do tej rodziny zbliżają się trędownikowate (*Scrophulariaceae*). Są to rośliny przystosowane do życia w różnych warunkach, na piaskach i błotach, na stokach gór, wreszcie do życia półpaso- rzytniczego, jak grzebycznik (*Rhinanthus*).

Złożone (Compositae).

Najlichnieszą rodziną botaniczną, obejmującą około 12,000 gatunków, są rośliny złożone. Kwiatostanem ich jest koszyczek, otoczony pokrywą wielolistną. Kwiaty



Rys. 193. Brodawnik (*Taraxacum officinale*): 2—kwiatek, 3—owoc, 4—osadnik z jednym owocem.

mają kielich niewykształcony, koronę języczkową lub rurkową, do niej przyrośnięte pręciki w liczbie pięciu, spojenne pylnikami. W jednym koszyczku wszystkie kwiaty mogą mieć koronę języczkową, jak np. brodawnik

(*Taraxacum officinale*, rys. 193), cykoria (*Cichorium Intybus*)—ta grupa zwykle zawiera sok mleczny; lub też wszystkie kwiaty mają koronę rurkową, jak oset (*Car-*



Rys. 194. Oset (*Carduus nutans*): 1—cała roślina, 2—pojedynczy kwiatek rurkowy.

duus, rys. 194): wreszcie w środku koszyczka bywają kwiaty rurkowe, a na brzegu języczkowe, jak np. słonecznik (*Helianthus annuus*), piołun (*Artemisia absinthium*), rumianek (*Matricaria Chamomilla*) i rośliny ozdob-

ne: gwiazdosze (*Aster Nees*), georginja (*Dahlia variabilis*). Rodzina złożonych, w której liczba gatunków obejmuje dwudziestą prawie część wszystkich roślin nasien-nych, ma również rodzaje bardzo bogate w gatunki. Np.

rodzaj starzec (*Senecio*) zawiera 1,300 gatunków, jastrzębiec (*Hieracium*) przeszło 400 gatunków.



Rys. 195. Gałązka tulipana (zmniejszona): 2 — pręciki i słupek.

Jednoliścienne (Monocotyledoneae).

Jednoliścienne mają zarodek zwykle bardzo mały jednoliścien-ny, bielmo stosunkowo duże, łodyga ich najczęściej zielna lub kłodzina o wiązkach łyko-drzewnych zamkniętych. Liście bez przylistków, prawie zawsze nie wyróżnio-ne na ogonek i blaszkę, wydłużo-ne, nie wycięte, nerwacja najczęś-ciej równoległa lub łukowata. Ko-rzeń główny zwykle wcześnie gi-nie i zastąpiony bywa korzeniami przybyszowemi. Kwiaty najczęś-ciej trójczłonkowe, z okwiatem po-jedynczym, nie wyróżnionym na kielica i koronę. Należą tu nastę-pujące ważniejsze rodziny:

Liljowate (Liliaceae).

Po większej części rośliny zielne z kłaczami, cebula-mi lub bulwami. Okwiat okazały o 6 listkach, 6 pręcikach. Zalążnia górna, trójkomorowa. Owoc—torebka lub jagoda. Owoc w kształcie jagody czerwonej ma szparag

(*Asparagus officinalis*), roślina z kłaczem trwałem, rosnąca dziko w Europie połudn. Również jagody ma konwalia (*Convallaria majalis*).

Łodygi podziemne w postaci cebul mają: cebula (*Allium Cea-pa*), czosnek (*A. sativum*) i por (*A. porrum*). W ogro-dach spotykają się jako rośliny ozdobne; tulipan (*Tulipa ges-neriana*, rys. 195), hiacynt (*Hyacinthus* i lilja (*Lilium*).

Kosaćcowate (Iridaceae).

Zalążnia dolna; pręcików 3. Rośliny zielne z kłaczami. U nas dziko rośnie kosaciec żółty (*Iris pseudoacorus*) i syberyjski (*I. si-birica*). Na rysunku 196 jest przedstawiony kosaciec niebieski. Znamiona szafranu (*Crocus sativus*) są używane jako przy-prawa.

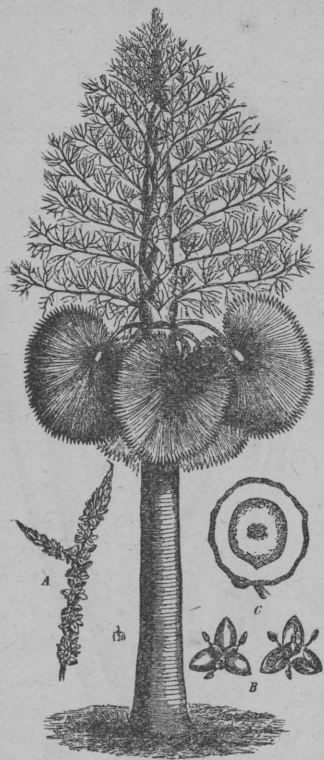
Palmy (Palmae).

Palmy mają postać charakte-rystyczną. Kłodzina ich kończy się pękiem liści pierzastych lub wachlarzowatych, często znacznej długości. Kwiaty bardzo proste, z okwiatem wyróżnio-nym na kielich i koronę, choć niepozornym, są zebrane w du-że i rozgałęzione kwiatostany



Rys. 196. Kosaciec niebieski.

groniaste, otoczone pochwami. Jedne palmy kwitną w stałych okresach czasu i mają kwiatostany, wychodzące z kątów liści. Inne kwitną tylko raz w życiu i mają kwiatostan na wierzchołku łodygi, która wtedy przestaje rosnąć po zakwitnieniu. Kwiatostany najczęściej olbrzymie (np. kwiatostan Co-



Rys. 197. Corypha Taliera podczas kwitnienia: A — część kwiatostanu, B — kwiat od spodu i z góry, C — owoc w przekroju.

ryphy (rys. 197) dochodzą do 30 stóp długości), kwiaty bardzo drobne, zwykle jednopłciowe. Owoce różnego kształtu, jagody lub pestkowce.

Większa część palm żyje pod zwrotnikami; w południowej Europie tylko palmiczka karłowata (Chamaerops



Rys. 198. Czermień błotny (Calla palustris).

humilis) bywa w stanie dzikim. W Afryce ważną palmą hodowaną jest palma daktylowa (Phoenix dactylifera), a na morskiem wybrzeżu pod zwrotnikami palma kokosowa (Cocos nucifera).

Obrazkowate (Araceae).

Kwiaty bardzo drobne i zwykle jednopłciowe, zebrane w buławki, okryte pochwą boczną, która stanowi przyrząd wabny. Liście wyróżnione na ogonek i blaszkę. Większa część obrazkowatych należy do roślin trujących. Na błotach często spotyka się czermień błotny (Calla palustris, rys. 198) i tatarak (Acorus Calamus).

Do obrazkowatych zbliżają się Rzęsowate (Lamnaceae), o pędach i kwiatach zanikłych (rys. 199).

Trawy (Gramineae).

Kwiaty traw są zebrane w małe kłosy, które są połączone w kwiatostany złożone — kłosy, grona lub wiechy. Kwiat (rys. 200) składa się z jednego słupka o dwu znamionach piórkowatych, 3-ech pręcików i dwóch łuszek miodnikowatych. Kwiat zamknięty w dwóch plewkach, z których często jedna zakończona ością. Pojedyńczy kwiatek lub kilka kwiatków mają jeszcze przykwiatki, nazywane plewami (rys. 201). Łodyga traw jest źdźbłem, owoc — ziarniak.

Trawy rosną zwykle gromadnie i tworzą charakterystyczne złożenia roślinne, a mianowicie: łąki, stepy i łąny zbóż hodowanych.

Do rodziny traw należą wszystkie zboża: żyto (Secale cereale), pszenica (Triticum), znana w wielu od-



Rys. 199. Rzęsa wodna: w — korzeń, h — czapeczka.

mianach, jęczmień (*Hordeum*), proso (*Panicum miliaceum*), owies (*Avena sativa*), trzcina cukrowa (*Saccharum officinarum*) i inne.



Rys. 200.



Rys. 201.

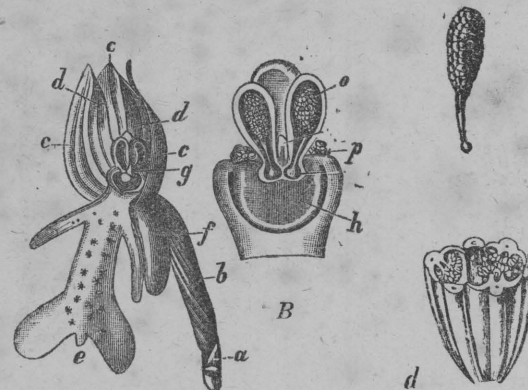
Rys. 200. Kwiatek pszenicy (*Triticum*) powiększ.: p—plewka, pr—pręciki, st—słupek, zn—znamiona, 2—kłosek pszenicy.

Rys. 201. Przekrój kłosa (schematyczny): 1 i 2—plewy, b—plewki zewnętrzne; v—wewnętrzne, c—łuszczyki, I, II i III—kwiaty pełne, IV i V—kwiat zanikły.

Storczykowate (Orchidaceae).

Storczykowate są roślinami zielnymi bardzo różnej postaci. Jedne z nich rosną w ziemi i mają bulwy podziemne, inne, z kłączami, żyją w próchnicy jako roztocze; podzwrotnikowe storczyki rosną na korze, jako rośliny nadrzewne. Kwiaty zawsze nieprawidłowe z okwiatem płatkowatym, złożonym z sześciu listków. Jeden płatek tworzy warżkę z ostrogą u podstawy (rys. 202), inne części okwiatu zwykle składają hełm dla ochrony pyłku od deszczu. Słupek jeden z zalaznią dolną. W pączku warżka zwrócona jest ku górze, później jednak kwiat się skręca, i warżka zwraca się ku dołowi. Najczęściej tyl-

ko jeden pręcik rozwinięty zrasta się z szyjką słupka w szyjkonitkę. Pyłek zlepiony w maczużki, łatwo przylepiające się do głów owadów. Znamię leży pod pyl-



Rys. 202. Storczyk wielkokwiatowy (*Orchis militaris*): A—kwiat, a—nasada, b—zalaznia, c, d, e, f—okwiat, e—warżka, g—szyjkonitka, B—kwiat bez okwiatu (o—maczużki, h—znamię), e—pojedyncza maczużka, d—przekrój owocu.

kiem, i gdy owad, do którego głowy przylepiła się maczużka, siada na warżkę, to maczużka z łatwością przylepia się do znamienia, i tym sposobem odbywa się opylanie. Owoc—torebka z dużą ilością nasion, bardzo drobnych. Niedojrzałe torebki wanilji (*Vanilia planifolia*) rosnącej dziko w Ameryce środkowej, bywają używane, jako przyprawa.

