

Pedagogiczna  
Biblioteka Wojewódzka  
w Białymstoku

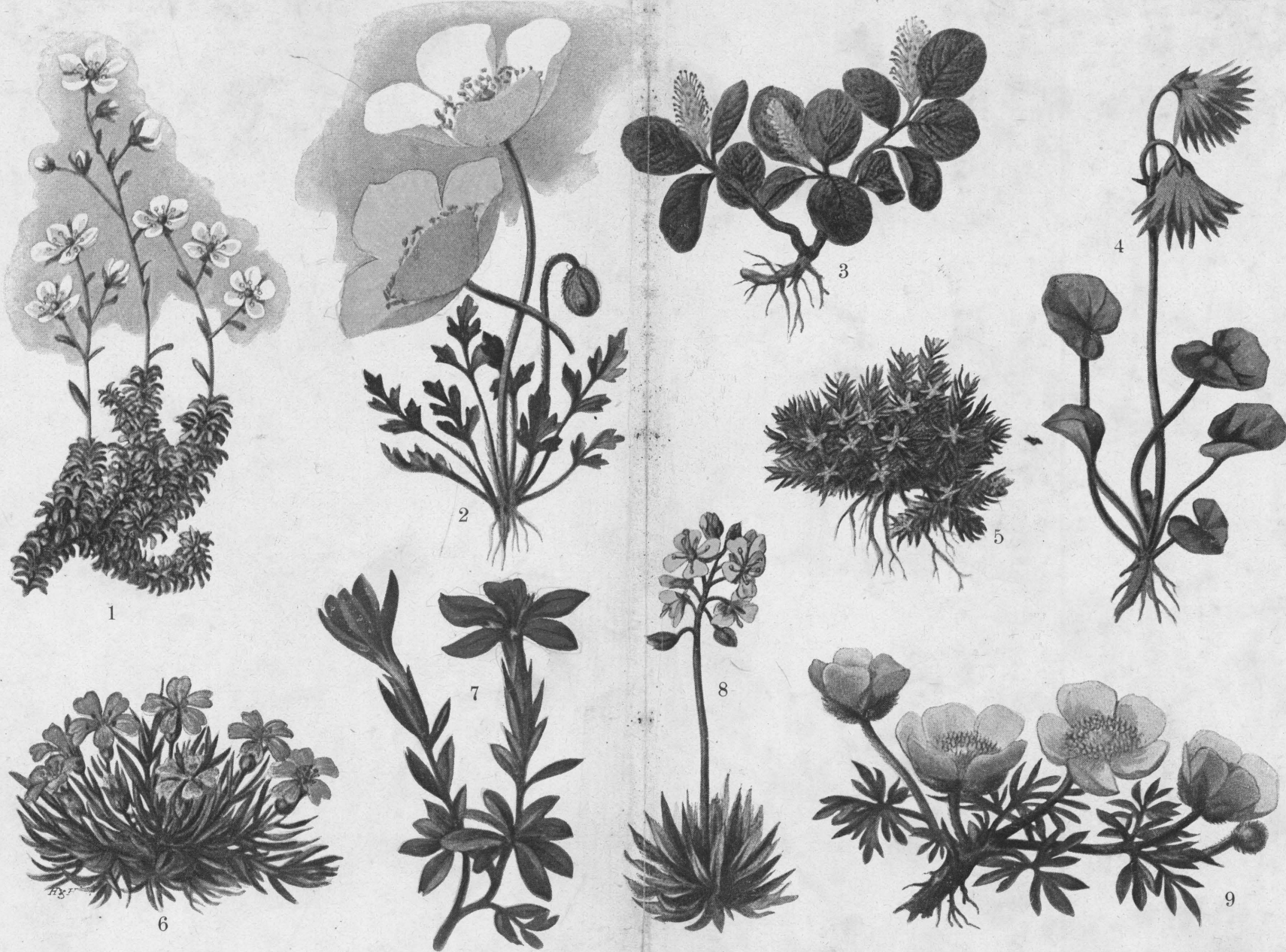
p. 5226

12  
J. ROSTAFIŃSKI

**BOTANIKA**  
na klasy wyższe

---

# ROŚLINY ALPEJSKIE FLORY TATRZAŃSKIEJ



1. Skalnica sinawa (*Saxifraga caesia*). — 2. Mak alpejski (*Papaver alpinum*). — 3. Wierzba krzewinkowa (*Salix reticulata*). — 4. Jaślinek alpejski (*Soldanella alpina*).
5. Ożobin przysiadły (*Cherleria sedoides*). — 6. Lepnica przyziemna (*Silene a...*). — 7. Goryczka wiosenna (*Gentiana verna*). — 8. Głodek czuprynowy (*Ranunculus glacialis*).
9. Jaskier



# BOTANIKA SZKOLNA

NA KLASY WYŻSZE

Z TABLICĄ BARWNĄ I 416 RYCINAMI

PRZEZ

**Dra JÓZEFA ROSTAFIŃSKIEGO**

profesora Uniwersytetu Jagiellońskiego, członka Akademii Umiejętności

WYDANIE TRZECIE PRZEROBIONE



KRAKÓW

SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI HIMMELBLAU

1906



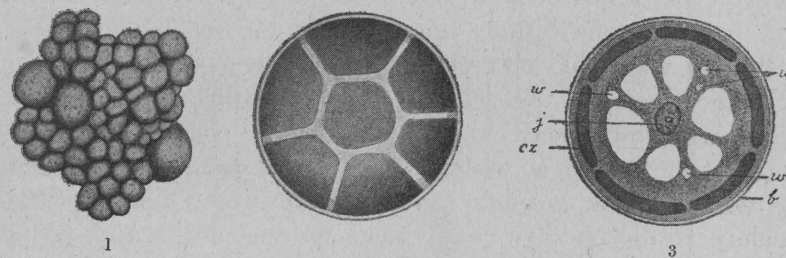
581 (045.8)

## CZEŚĆ I.

### Cechy i rozmnażanie się roślin komórkowych oraz paprotników.

#### Głony, Algae, Algen.

1. Jednokomórkowa roślina. Pierwotek (*Protococcus viridis*) tworzy zielone naloty (Ryc. 1) na ziemi lub korze drzew składające się z kuleczek tak drobnych, że trzeba ich ustawić rzędem co najmniej 40 na długość jednego milimetra. Każda taka kuleczka — jak to widać przez mikroskop —



Ryc. 1—3. Pierwotek. 1 nalot w słabym powiększeniu; 2 komórka widziana z góry; 3 komórka w przekroju, *b* jej błona, *cz* ciałko zieleni, *w* wodniczki, *j* jądro.

jest pęcherzykiem, nazywanym w botanice komórką. Komórka otoczona jest na zewnątrz przezroczystą, bezbarwną i sprężystą błoną, zwaną ścianą komórkową. Pod ścianą widać ciałko zieleni i bezbarwne ciało komórki, zwane plazmą (Ryc. 2). Zaglądając do środka komórki, widać: ciałko zieleni, wodniczki, sok komórkowy i jądro (Ryc. 3), będące jej narządami. Widać też, że plazma jest ziarnista jakby



zmaczone białko, ale wszędzie, gdzie styka się z błoną, albo innymi narzędziami komórki, tworzy bezziarnistą warstwę, zwaną oponą plazmy. Plazma przesiąknięta jest cieczą, ułatwiającą jej ruchy (25), zwaną osoczem. W miarę wzrostu komórki i przybywania wody z zewnątrz ciecz ta zostaje przez plazmę wydzielona do wnętrza komórki, bądź w małych kropelkach zwanych wodniczками, bądź w większych zbiornikach tworzących sok komórkowy. Osocze roślin oddziałuje zwykle kwaśno.

2. Zjawiska życia pierwotka polegają na żywieniu się, oddychaniu, wzroście, dzieleniu się komórek oraz ich rozmnażaniu się. Różne narzędzia komórki biorą różny udział w tych czynnościach.

3. Żywienie się. Nazywamy żywieniem się pobieranie składników potrzebnych do odnowy ciała. Zamiana zaś tych składników na nowe części ciała nazywa się przyswajaniem. Przyswajaniem zajmuje się w pierwotku — podobnie jak w innych roślinach zielonych — bezbarwna plazma i ciałka zieleni. Ciałka zieleni przyswajają węgiel z powietrza, bezbarwna plazma przyswaja inne pierwiastki pod postacią soli mineralnych, pobieranych z wilgocią ziemi. Rośliny zielone zamieniają więc podczas przyswajania związki nieorganiczne na organiczne.

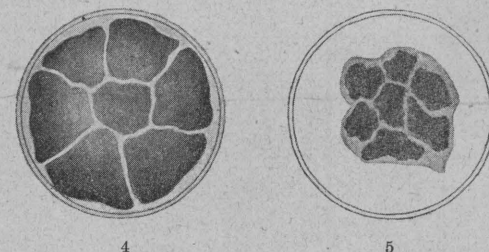
4. Pierwiastki potrzebne do żywienia się pierwotka. Jeżeli spalimy wysuszony pierwotek, to ułatniają się w powietrze: bezwodnik węglowy, woda i azot, a pozostaje odrobina popiołu. W popiołach odnajdujemy nie-raz liczne pierwiastki, co najmniej: potas, magnez, wapień, siarkę, fosfor i żelazo. Te pierwiastki obok węgla, azotu, tlenu i wodoru są nieodzownie potrzebne do życia pierwotka i innych zielonych roślin (124).

5. Osmoza. Składniki potrzebne do życia pierwotka znajdują się w glebie pod postacią różnych soli, jak np. fosforan wapniowy, azotan potasowy, dwuwęglan wapniowy, siarczan magnezu, oraz pod postacią gazów powietrza rozpuszczonych w wodzie, jak tlen i kwas węglowy. Azot znajduje się też w wodzie rozpuszczony, ale nie może być w postaci gazu przez zielone rośliny przyswojony, mogą go one przyswajać pod postacią azotanów i amoniaku (60).

Gazy i sole mineralne dostają się do plazmy na podstawie osmozy, przenikając przez błonę do wnętrza komórki, w stanie znacznego rozcieńczenia, silniejsze ich roztwory zabijają bowiem plazmę. Umieszczając np. komórkę pierwotka w 5% roztworze saletry, soli kuchennej, cukru, gliceryny lub jakiegokolwiek środka odciągającego wodę, widać, że plazma utraca wodę pochloniętą przez taką ciecz, odstaje od błony (Ryc. 4), zaczyna się kurczyć, zbija się w grudkę (Ryc. 5) i — jeżeli nie zostanie z niej dość wcześnie wyjęta — ostatecznie zamiera.

6. Znaczenie opony. Wkładając tak zabite i żywe komórki pierwotka do jakiegoś zabarwionego płynu, dostrzeżemy, że żywe się nie zabarwiają a zabite pochłoną barwik, z czego się pokazuje, że żywa plazma ma zdolność nieprzepuszczania barwików i wogóle różnych związków do wnętrza komórki. Ten dopływ reguluje ta bezziańska warstewka plazmy, którą nazywamy oponą. Chociażby więc pewna sól mogła przeniknąć przez błonę, to opona może jej nie przepuścić i ona też sprawia, że sole i związki znajdujące się w osoczu nie przedostają się z komórki do otaczającej ją wody.

7. Pierwotek ma zewnętrzny szkielet. Skoro pierwotek może żyć w wodzie zawierającej sole tylko w znacznym rozcieńczeniu, a w jego osoczu znajduje się stosunkowo więcej soli i znajdują się różne związki organiczne np. cukry, kwasy organiczne jak kwas jabłkowy, kwas szczawiowy, to woda na zasadzie osmozy może ciągle przenikać do środka komórki i dostaje się tam w takiej ilości, że rozciąga błonę, która będąc przez to silnie napięta, staje się zewnętrznym szkieletem. Ten stan komórki, że pod wpływem wewnętrznego ciśnienia jej ściana jest napięta, nazywamy jej jędrnością (turgorem).



Ryc. 4. 5. Pierwotek. Treść komórki kurcząca się.

8. Ciałka zieleni są to części plazmy, napojone barwikami rozpuszczalnymi w alkoholu, z których najważniejszym jest zielen (chlorofil). Zielen tworzy się na świetle, a do jej powstania potrzebna jest w plazmie obecność żelaza. Żelazo znajduje się też w związku z barwikiem czerwonych ciałek krwi. Zielen i czerwony barwik krwi są, jak się przekonano, chemicznie pokrewnymi barwikami. Ciałka zieleni mogą się mnożyć przez podział (Ryc. 89 B). Zajmują się one przyswajaniem węgla z powietrza.

9. Przyswajanie węgla. Węgiel dostaje się do rośliny bądź w połączeniach mineralnych, jak np. dwuwęglan wapniowy z ziemi, bądź w postaci kwasu węglowego, przenikającego przez błonę do wnętrza komórki i rozpuszczającego się w osoczu plazmy. Węgiel dostający się w postaci soli nie może być przyswojony, to jest zamieniony na związki organiczne, natomiast kwas węglowy dostawszy się z osocza do ciałek zieleni, zostaje na świetle — pod wpływem energii słonecznej — rozłożony w ten sposób, że tlen uchodzi na zewnątrz komórki a węgiel zostaje przyswojony. Jaki jest pierwotny organiczny związek węgla, powstający w plazmie ciałek zieleni, niewiadomo. To tylko pewne, że podczas przyswajania węgla po-



jawia się w ciałkach zieleni rodzaj cukru, zwany glikozą  $C_6H_{12}O_6$ , z której pospolicie powstają ziarenka skrobi, mające ten sam skład chemiczny, co blonnik  $C_6H_{10}O_5$ , czasem zaś pokazują się kropelki tłuszczu, związku bogatszego w węgiel od skrobi. Z komórki pierwotka mało się tlenu wydostaje na zewnątrz, ale biorąc jakąś dużą wodną roślinę i wystawiając ją w odpowiednim przyrządzie (Ryc. 6) na działanie światła, można zebrać gaz powstający z rozkładu kwasu węglowego, wydobywający się w banieczkach z powierzchni rośliny w większej ilości, i przekonać się, że jest tlenem. Robiąc to doświadczenie dobrze jest nasycić przedtem wodę kwasem

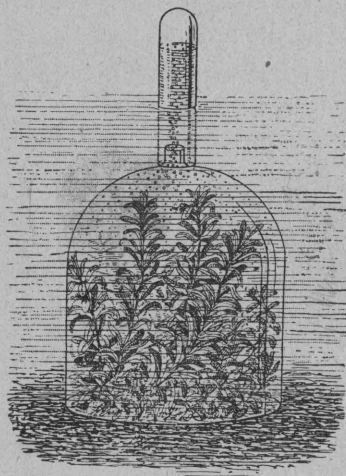
węglowym, żeby roślina miała go w większej ilości gotowym do rozkładu, bo w takim razie przyswajanie jest wydawniejsze.

**10. Przyswajanie innych pierwiastków.** Skoro plazma przez osmozę pobrała różne pierwiastki, a za pośrednictwem energii słonecznej związała węgiel kwasu węglowego w materię organiczną, to może się odżywiać. Z węgla, z wodoru i tlenu (składników wody) oraz azotu i siarki a czasem i fosforu buduje plazma cząsteczki ciał białkowatych, które stanowią jej zasadniczą istotę, a z pomocą innych pierwiastków (4) wszystkie związki chemiczne, jakie są jej potrzebne do życia.

**11. Węglowodany i rozczyyny.** Blonnik, skrobia, glikoza, cukier trzcinowy ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )

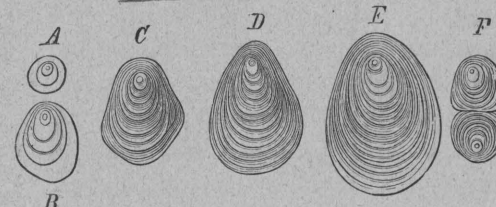
są to wszystko związki złożone z C, H i O, w których stosunek wodoru do tlenu jest taki sam, jak w wodzie i dlatego zwane węglowodanami. Skrobia w chwili powstawania w ciałkach zieleni wygląda jak ciemny punkcik, ale może rosnać. Wyrośnięta tworzy ziarna złożone z warstw współśrodkowych (Ryc. 7). Skrobia barwi się od rozczyynu jodu na fioletowo, w wodzie się nie rozpuszcza. Blonnik też jest w wodzie nierozpuszczalny, w rozczyynie jodu barwi się na brunatno, za dodaniem kwasu siarkowego na fioletowo. Glikoza, cukier trzcinowy i wogóle związki w wodzie rozpuszczalne mogą być przez roślinę bezpośrednio zużywane i są ich materiałami roboczymi. Skrobia podobnie jak blonnik lub tłuszcz, jako w wodzie nierozpuszczalna może się w komórce gromadzić i tworzyć materiał zapasowy.

Pierwotek tak jak każda roślina ma zdolność zamiany materiałów zapasowych na robocze i odwrotnie zapomocą związków chemicznych,



Ryc. 6. *Elodea canadensis* (w zmniejszeniu do  $\frac{1}{3}$ ), wydzielająca na słońcu tlen.

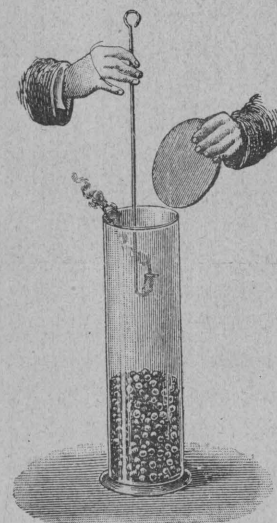
zwanych zaczynami (fermenty, enzymy). W pracowni roślin — tak jak wszystkich żywych istot — odgrywają one wielką rolę, bo mało się zużywając, mogą znaczne ilości związków przeprowadzać w inne, w danej chwili roślinie potrzebne. Widzimy to np. podczas wyrobu słodu, który właśnie polega na tem, że w kielkujących ziarnach jęczmienia wartą tam mąka, będąc skupieniem ziarenek skrobi, zostaje zamieniona przez zaczyn (enzym), zwany diastazą, na cukier.



Ryc. 7. Ziarna skrobi ziemniaka w silnym powiększeniu.

**12. Oddychanie.** Plazma pierwotka poruszając się, pobierając wodę lub wykonywając inne jeszcze czynności, pracuje. Do wykonania tych prac potrzebuje pewnej energii. Tę energię czerpie z ciepła, powstającego przez to, że plazma komórki spala odrobiny węgla swoich połączeń organicznych, pod wpływem tlenu powietrza. Spalanie to odbywa się bez

zjawisk światła i nazywa się oddychaniem. Jako produkt oddychania wydzielą się bezwodnik węglowy i woda. Pierwotek, tak jak wszystkie rośliny i wogóle jak cała żywna, oddycha bezustannie, niezależnie od pory doby i od światła. Oddychanie jest wydawniejsze, skoro pierwotek ma do wykonania większą niż zwykle pracę. Oddychaniem zajmuje się bezbarwna plazma komórki; gaz podczas oddychania powstający rozpuszcza się w osoczu, a skoro go nasyci, wydobywa się na zewnątrz komórki. Przez oddychanie komórka staje się lżejszą.



Ryc. 8. Przyrząd do wykazania, że rośliny oddychając wydzielają kwas węglowy.

Trudno dostrzedz wydzielania się z pierwotka kwasu węglowego, bo się w wodzie rozpuszcza, ale jeżeli do słoja szklanego (Ryc. 8) włożymy jakąś roślinę nie zieloną np. grzyby, albo nie zielone części roślin np. korzenie, cebule, kielkujące nasiona i nakryjemy słój, to wydzielą się tyle kwasu węglowego, że skoro po kilku godzinach otworzymy słój i wprowadzimy zapaloną świecę, świeca, nie mogąc się palić w kwasie węglowym, zgaśnie. To samo doświadczenie udaje się i z zieloną rośliną, o ile umieścimy słój w ciemności. Można jednak zapomocą innego doświadczenia, wykonanego na świetle, stwierdzić, że i zielona roślina bez przerwy oddycha. W tym celu powtarzamy do-



świadczenie poprzednio opisane, w którym wykazano, że roślina zielona na świetle wydziela tlen (Ryc. 6). Nasycamy wodę mającą służyć do doświadczenia, nie tylko kwasem węglowym, ale w tym razie i chloroformem. Wystawiwszy roślinę zanurzoną w takiej wodzie na światło dzienne, zobaczymy po pewnym czasie, że wydziela się z niej i zbiera ponad wodą gaz, ale ten gaz jest obecnie kwasem węglowym. W tem doświadczeniu roślina zachowuje się jak zachloroformowane zwierzę: różne jej czynności żywotne, a zatem i przyswajanie węgla, połączone z wydzielaniem tlenu, zostają zawieszone, ale pozostaje oddychanie i skutek jego widzimy właśnie w kwasie węglowym, wydzielonym przez roślinę.

**13. Przyswajanie węgla i oddychanie.** Rośliny zielone oddychając, wydzielają przez całą dobę bezwodnik węglowy. W nocy ulatnia się on na zewnątrz, w dzień nie, bo zostaje od razu rozłożony w ciałkach zieleni; dlatego w dzień wydobywa się z zielonych roślin tylko tlen. Oddychanie roślin jest daleko słabsze od oddychania zwierząt, a ilość wydzielonego tlenu bardzo znaczna, tak znaczna, że tlen wydzielony przez rośliny zielone wystarcza na oddychanie całej żywności i dlatego skład atmosfery się nie zmienia.

**14. Znaczenie przyswajania węgla przez rośliny.** Rośliny zielone tworzą z mineralnych związków materię organiczną, a ich ciało służy za pokarm zwierzętom roślinożernym, utrzymującym życie zwierząt mięsożernych, więc życie wszystkich istot żyjących zależy od tego procesu. Gdyby rośliny zielone wyginęły, musiałyby niebawem wyginać wszystkie istoty żyjące.

**15. Wzrost.** Proces przyswajania węgla w ciałkach zieleni jest energiczny od procesu oddychania bezbarwnej plazmy, więc pierwotek zyskuje na wadze więcej przez przyswajanie, niż traci przez oddychanie, i tym sposobem zyskuje materiał potrzebny do wzrostu. W miarę przyswajania rosną z czasem wszystkie części pierwotka, jego błona zostaje przytem rozciągnięta, a cała komórka powiększa swoją objętość.

**16. Pierwotek jest rośliną samożywą.** Zwierzęta pobierają pokarm zewnętrznym miejscem ciała — gębą; rośliny różnią się w pobieraniu pokarmu od zwierząt, że go biorą całą powierzchnią swego ciała. Pierwotek nie potrzebuje do swego żywienia się żadnych materii organicznych, buduje swoje ciało ze związków nieorganicznych. Takie rośliny zielone albo wyjątkowo i niezielone (59) nazywamy samożywymi (allotroficzne), dla odróżnienia od pasorzytów i roztoczy (46), które są cudzożywne (heterotroficzne, nie mogąc — podobnie jak wszystkie zwierzęta — obejść się bez pokarmu, pochodzącego z innych istot żyjących.

**17. Plazma i zjawiska życia.** Pierwotek jest istotą żyjącą; rośnie, żywi się, oddycha. Wszystkie te czynności spełnia jego plazma. Plazma podo-

bnie, jak kropla kleju stolarskiego, gumy arabskiej lub białka kurzego nie jest ani ciałem stałym ani cieczą, jest raczej półpłynną, zawiera bowiem wśród swoich cząstek osocze, którego ilość może zwiększać lub zmniejszać przez pochłanianie lub wydzielanie wody.

W skład plazmy wchodzi głównie ciała białkowe ale plazma w ciągu procesów żywotnych wytwarza najrozmaitsze połączenia chemiczne. Jedne z nich są materiałami zapasowymi (II) inne roboczymi (II) inne znów wydzielinami potrzebnymi do spełnienia czynności żywotnych jak np. zacierzyny, barwiki, (zieleni). Powstają też w niej związki zbyteczne tj. wydalin jak kwas węglowy podczas oddychania, albo jak np. gumy i żywica u drzew lub kryształki soli nieorganicznych (II2). Rozmaite te związki są bądź rozpuszczone w osoczu, bądź w mikroskopowo małych cząsteczkach zawieszonych wśród plazmy, przez co jest ziarnista.

Związki wchodzące w skład plazmy nie są w niej bezładnie pomieszczone, ale są w niedostrzegalny sposób ze sobą połączone i właśnie ta ich organizacja stanowi różnicę żywej plazmy od jakiejś kropli kleju. Zgniatając plazmę, niszczymy tę organizację i przez to zabijamy plazmę. Ta organizacja sprawia też, że plazma jest ruchliwa i kurczliwa (25), że może pochłaniać i wydelać wodę i gazy, oddychać, przerabiać przyswojone związki na własne ciało a wydelać niepotrzebne.

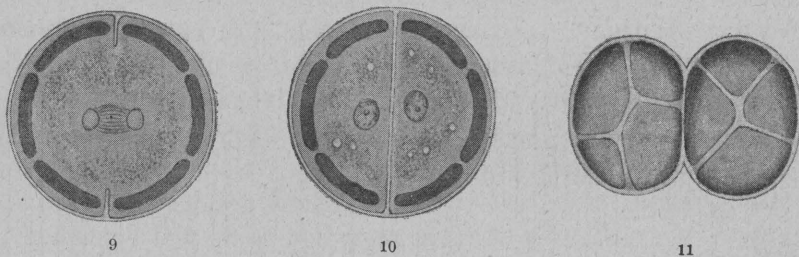
Plazma ulega ciągłym zmianom fizycznym i chemicznym, to rozkłada swoje cząstki, to znów je odnawia, a ten szereg zmian, które się w niej odbywają nazywamy zjawiskami życia.

**18. Jądro komórkowe** jest cząstką plazmy uorganizowanej, bardzo złożonej budowy. W jego skład wchodzi ciała białkowe, zwane nukleina mi, zawierające fosfor i pochłaniające barwiki jeszcze chciwiej, niż zwykła plazma, dlatego pod wpływem barwików jądro barwi się żywiej od plazmy. Od jądra komórki mogą zależeć różne jej czynności; dzielenie się jej zawsze rozpoczyna się od dzielenia się jądra.

**19. Dzielenie się komórek.** Komórka pierwotka składa się z różnych narządów. Błona komórki stanowi jej szkielet zewnętrzny i wraz z oponą plazmy jest warstwą, przez którą gazy i sole przechodzą do wnętrza komórki, ciałka zieleni przyswajają węgiel, plazma bezbarwna przyswaja inne pierwiastki, ona też napina błonę komórkową, żywi się, oddycha, reguluje wszystkie czynności życia pierwotka. Jądro komórkowe jest też potrzebnym narzędziem, bo ile razy pierwotek ma się dzielić, dzieli się najprzód jego jądro (Ryc. 9). Skoro dwa nowe jądra powstały, zaczyna plazma od brzegu ku środkowi rozstępować się na dwie połowy (Ryc. 10), wydzielając ścianę, która z czasem przepołowia komórkę. W każdej połowie (Ryc. 10) jest plazma, jądro i połowa ciałek zieleni komórki



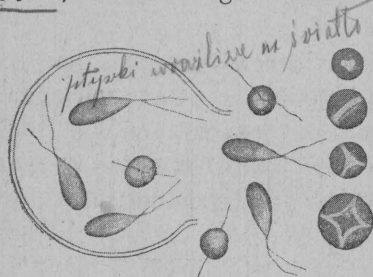
macierzystej. Po pewnym czasie ściana wspólna się rozszczepia, komórki pochodne zaokrąglają się (Ryc. 11) i całkiem się oddzielają. Dwie pochodne komórki pierwotka są z początku o połowę mniejsze od komórki macierzystej, ale żywią się, rosną, po pewnym czasie dochodzą wielkości komórek macierzystych i znów dzielą się w ten sam sposób. Przez kolejne podziały z jednej powstają najprzód 2, potem powstaje ich



Ryc. 9—11. Pierwotek, dzielenie się komórki.

4, 8, 16, 32, i t. d., a że wszystkie leżą obok siebie, więc z jednej nawet może powstać duży nalot (Ryc. 1) na ziemi lub korze drzew.

**20. Rozmnażanie się pierwotka.** Pierwotek rozmnaża się nie tylko przez dzielenie się komórek, ale i w ten sposób, że w wyrosniętej komórce, jeżeli dostała się pod wodę, tworzy się przez kolejny podział jądra 8 nowych jąder, koło każdego z nich skupia się plazma bezbarwna i ciała zieleni.



12

13

Ryc. 12—13. Rozmnażanie się pierwotka.

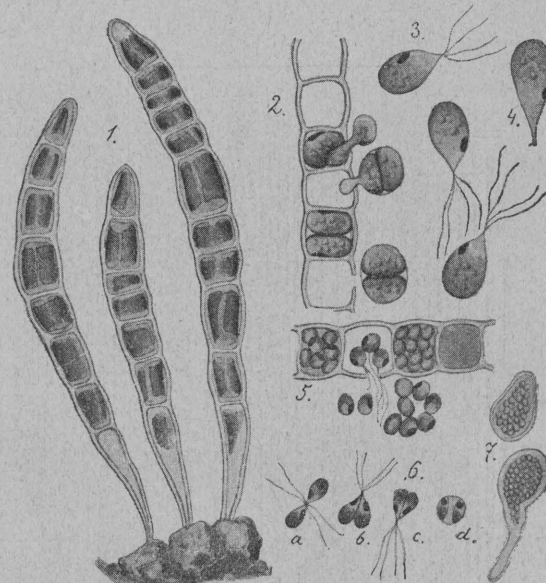
Tak powstałe cząstki zaokrąglają się, oddzielają się od siebie i zamieniają na pływki (Ryc. 12), t. j. komórki nagie, jajowate, poruszające się zapomocą dwu rzęsek plazmatycznych, wychodzących ze zwężonego końca. Przez rozpuszczenie się błony komórki macierzystej pływki wydostają się na zewnątrz. Są one wrażliwe na wpływ światła, bo jednostronnie naświetlone zwracają się do jego źródła. Po kilkudziesięciu minutach wciągają rzęski, zaokrąglają się (Ryc. 13), plazma wydziela błonę na ich powierzchni i po pewnym czasie — przez wzrost i dzielenie się ciałek zieleni — dochodzą do wielkości komórki macierzystej. Takie cząstki komórek, jak pływki, zapomocą których organizm się rozmnaża, nazywamy wogóle zarodnikami (*spora*e).

**21. Komórka.** Pierwotek bywa nagą albo oblonioną cząstką plazmy, w obu razach cząstki te są zdolne rosnąć i żyć samodzielnie życiem.

Cząstkę plazmy zdolną żyć samodzielnie nazywamy komórką (*cellula*, *die Zelle*). Komórka nieobloniona nazywa się nagą. Pierwotek jest rośliną jednokomórkową, nigdy bowiem nie tworzy ciała złożonego z kilku zrósniętych z sobą komórek.

**22. Wstężnica** (*Ulothrix zonata* Ktz.) jest rośliną wielokomórkową, tworzy na podwodnych kamieniach darnie złożone z nitek, składających się z szeregu komórek walcowatych, oddzielonych poprzecznymi ścianami (Ryc. 14, 1). W komórkach wstężnicy, podobnie jak w pierwotku złożonych, jest tylko po jednym ciałku zieleni (Ryc. 14, 1). Ma ono postać płytki, zwiniętej walcowato, tuż pod powierzchnią ściany, tak, że brzegi tej płytki prawie się z sobą stykają. Komórki wstężnicy dzielą się podobnie jak w pierwotku, ale pochodne komórki nie oddzielają się od siebie. Przez coraz nowe podziały ilość komórek się zwiększa i nitki stają się dłuższe.

Wstężnica rozmnaża się zapomocą zarodników, podobnie jak pierwotek (Ryc. 14, 2). W każdej komórce może powstawać do czterech pływki (Ryc. 14, 3) nagich, z czterema rzęskami. Pływki wstężnicy, wydostawszy się z komórek macierzystych, pływają nagie zapomocą rzęsek, są też wrażliwe na światło i podobnie oblaniają się po pewnym czasie, a potem osadziwszy się na podłożu (Ryc. 14, 4), zaczynają się dzielić i wyrastają w nitki.

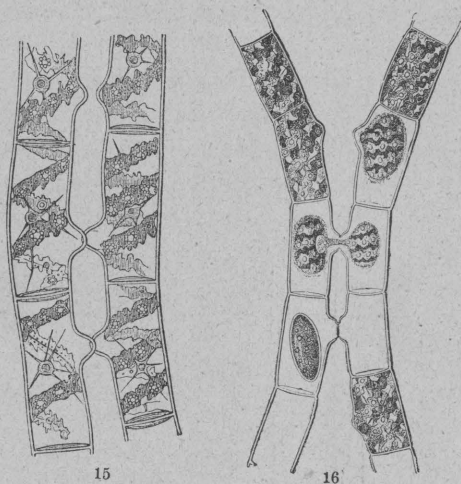


Ryc. 14. *Ulothrix zonata*.

**23. Zespalenie się pływeczek w sienie.** Wstężnica rozmnaża się zapomocą pływki o każdej porze roku, raz zaś do roku rozmnaża się w inny jeszcze sposób, tworząc przez zespolenie komórek sienie. Wówczas tworzą się (Ryc. 14, 5) w komórkach przez podział ich treści na 8, 16 lub 32 części pływeczeki mniejsze od zwykłych pływki, mające tylko dwie rzęski (Ryc. 14, 6) i wrażliwe na światło w odwrotny sposób od pływki, bo uciekające od źródeł światła. Te pływeczeki same przez się rozwijać się nie mogą, ale spotkawszy się, stykają się dzióbkami (Ryc. 14, 6 a), ich



ciało zespala się (Ryc. 14, 6, b—d) i tworzy nową komórkę, która się oblania, (Ryc. 14, 7). Tak powstałe siemię może znosić przez długi przeciąg czasu

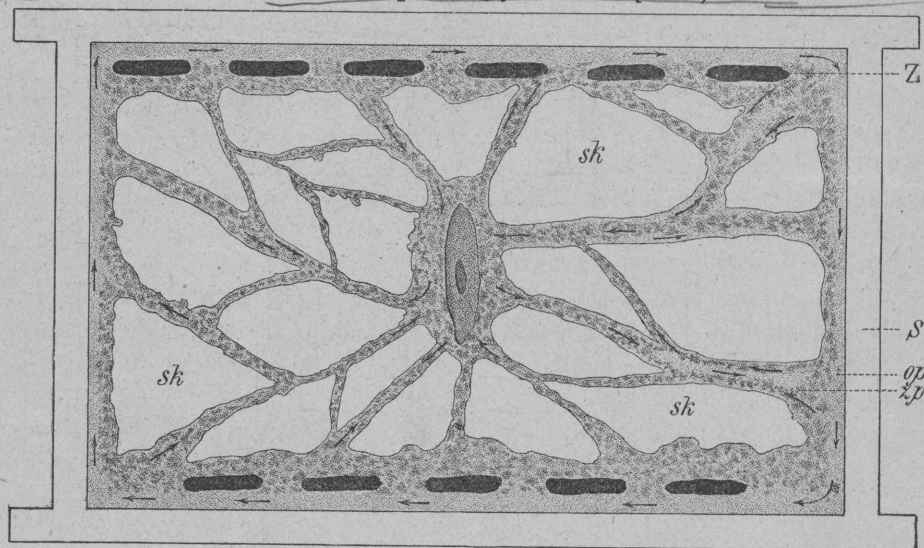


Ryc. 15, 16. Skrzętnice.

suszę, zimno i inne nieprzyjemne wpływy środowiska. Jeżeli siemiona dostaną się do wody, to kielkują i wyrastają z nich nowe nitkowate osobniki wstężnicy.

24. Skrzętnica (*Spirogyra*) tworzy wielokomórkowe nitki wolno pływające na powierzchni wód stojących. W ich komórkach (Ryc. 15) ciało zieleni tworzy tylko jedną wstęgę o zarysach nieregularnych, obiegającą kilkakrotnie węzłowo wokół komórki pod błoną; jądro komórkowe jest bardzo wyraźne, soku komórkowego dużo, plazma bardzo płynna tak, że jej

ruch daje się tu łatwo i wygodnie dostrzegać (Ryc. 17). Skrzętnica nie tworzy pływek. Jej siemiona powstają w ten sposób, że komórki dwu

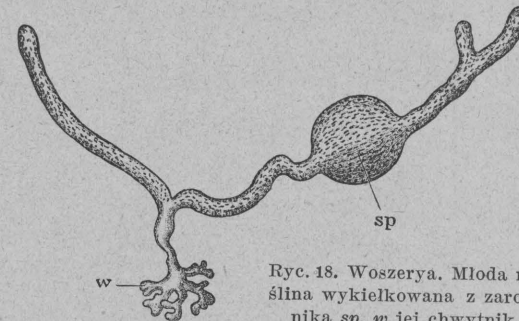


Ryc. 17. Przecięcie podłużne komórki skrzętnicy. S ścianka, op opona plazmy, zp ziarnista plazma, Z ciała zieleni, sk sok komórkowy.

sąsiednich nitek, naprzeciw siebie leżących, tworzą wyrostki, które się z sobą zrastają, ich ścianka poprzeczna się rozpuszcza, przez co powstają

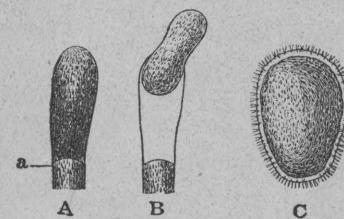
bezpośrednie połączenia między parami komórek. Ich treść kurczy się, zaokrągla, potem treść jednej komórki przepływa do drugiej i z nią się zespala (Ryc. 16). Tak powstałe siemiona otaczają się grubą błoną i zimuja. Skoro kielkują na wiosnę, z każdego siemienia powstaje jedna nitka skrzętnicy.

25. Ruch plazmy jest właściwością każdej żywej plazmy, ale w komórkach skrzętnicy — z powodu ich znacznej wielkości — daje się łatwo dostrzegać. Plazma nie tylko kołuje po wewnętrznej powierzchni ścian, ale i w smugach, biegnących ku środkowi komórki, widać jej krążenie w różnych kierunkach (Ryc. 17). Ruch plazmy zależy zwłaszcza od temperatury i od dopływu tlenu. Jeżeli nitkę skrzętnicy pokryjemy kroplą wody wygotowanej, a zatem pozbawionej tlenu powietrza w niej rozpuszczonego, to ruch plazmy natychmiast ustaje.



Ryc. 18. Woszerya. Młoda roślina wykiełkowana z zarodnika sp, w jej chwytak.

26. Woszerya (*Vaucheria sessilis* D. C.). Rośnie na wilgotnej ziemi, tworząc darnie niebieskawo zielone, złożone z rozgałęzionych rur, grubości szczytyny, przyrastającej do ziemi zapomocą chwytaków (Ryc. 18, w). Wewnątrz tych rur, niepodzielonych poprzecznymi ściankami, znajdujemy w plazmie wiele jąder. Treść rur nie jest więc jedną komórką, ale zespoleniem plazmy tylu komórek, ile jest jąder, czyli jest zespolnią (syncytium).



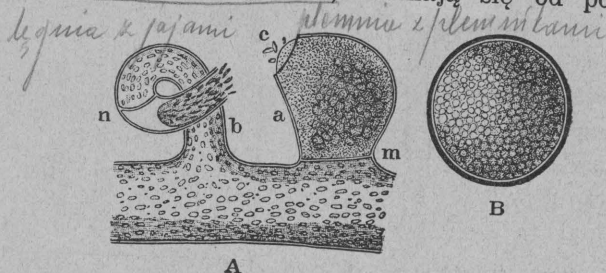
Ryc. 19. Powstawanie pływki w woszeryi.

Woszerya rozmnaża się zapomocą pływki. W tym celu koniec nitki odcina się poprzeczną ścianą od reszty ciała (Ryc. 19, A). Treść odciętej części kurczy się (Ryc. 19, B), każda z jej zespolonych komórek wypuszcza po dwie rzęski, wskutek czego powstaje pływka pokryta na całej powierzchni rzęskami (Ryc. 19, C). Pływka wydostawszy się na zewnątrz, po pewnym czasie przechodzi w stan spoczynku, otacza się błoną, a osiadłszy na podłożu kielkuje, wypuszczając w jednym lub dwu miejscach (Ryc. 18, sp) rurki.

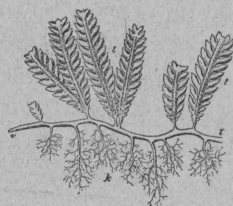
27. Zespalanie się jaj i plemników w siemiu. Siemiona woszeryi (Ryc. 20, B), kielkujące jak pływki, powstają przez zespolenie się jaj z plemnikami, które tworzą się w osobnych narzędziach — jaja w lęgniach



(oogonium), plemniki w plemniach (antheridium) (Ryc. 20, A). Jedne i drugie powstają jako wyrostki na powierzchni rur plechy. Plemniki są różkowato zakrzywione, odcinają się od podstawy poprzeczną ścianką,

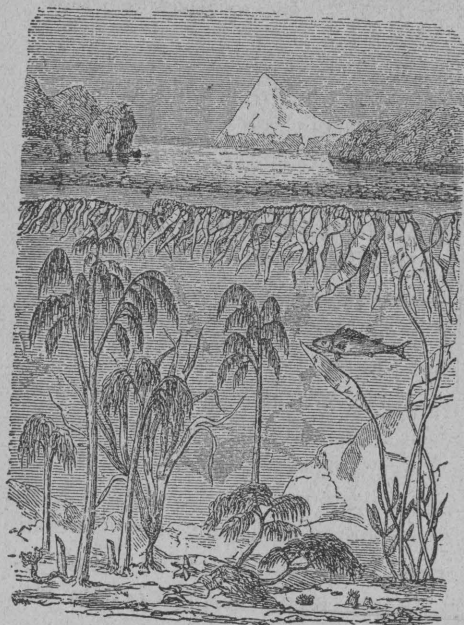


Ryc. 20. Woszeria, A jej nitka z lęgnią i plemnią b, B siemię.



Ryc. 21. Pelzatka w zmniejszeniu.

poczem ich treść rozpada się na mnóstwo pływeczkowatych plemników. Lęgnie są jajowate, także oddzielone w nasadzie poprzeczną ścianą, a treść ich kurczy się w jedno wielkie jajo. Skoro oba dojrzałe narzędzia zwilży kropla wody, to otwierają się wspólnie; plemniki wypływają, dążą do jaja, zespala się z niem, wskutek czego powstaje siemię otoczone zaraz tą błoną (Ryc. 20, B).

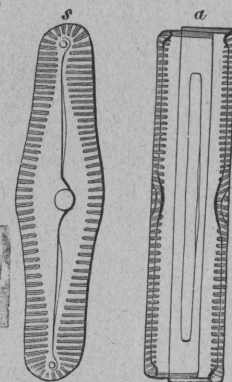


Ryc. 22. Brunatnice z cieśniny Magellana, a c z rodzaju Lessonia, b z Urvillea, d z Macrocystis.

jednokomórkowych narzędziach, t. j. lęgniach lub plemniach. Zielenice żyją w wodach słodkich i morskich, ale oprócz takich wodorostów, niektóre z nich są narostami na korze drzew lub rosną na ziemi wilgotnej.

**28. Zielenice wogóle.** Ciało zielenic jest albo plechą (thallus) różnej postaci, albo rzadziej, jak np. u pelzatki (Caulerpa) (Ryc. 21), jest rozczłonkowane na łodygi okryte liśćmi i korzenie, przyrośnięte do podłoża. Plecha zielenic jest albo jednokomórkowa, albo wielokomórkowa, albo jest zespólną. Rozmnażają się albo zapomocą ruchliwych zarodników, to jest pływeczek, albo tworząc siemiona. Siemiona powstają przez zespolenie się jednakich komórek, zwykle pływeczek, powstających w zwykłych komórkach, albo plemników i jaj, powstających w osobnych

**29. Inne glony.** Oprócz zielenic są glony, barwy czerwonej (krasnorosty) lub żółto-brunatnej (brunatnice) żyjące zwłaszcza w morzach. Ich barwa pochodzi stąd, że w ciałkach zieleni oprócz zieleni znajdują się barwiki czerwone lub brunatne, w słodkiej wodzie rozpuszczalne, maskujące barwę zieloną. Jedne z nich są plechowate albo mikroskopowo drobne albo znacznych rozmiarów, inne są rozczłonkowane na pędy i korzenie i dochodzą nawet wielkości drzew (Ryc. 22). Wspólną cechą wszystkich glonów jest to, że ich narzędzia rozmnażania są, podobnie jak u zielenic, zawsze jednokomórkowe. — Z pomiędzy nich okrzemki są szczególne z tego względu, że ściany ich komórek są skrzemieniałe i że są zbudowane jak pudeleczek składający się z dwu połówek równoległych, z podstawy i wieczka (Ryc. 23).



Ryc. 23. Pinnularia, s widziana z góry, a z boku.

**30. Plankton.** Nazywamy planktonem z greckiego »co się na wodzie unosi« ogół istot żyjących na powierzchni wód morskich lub słodkich. Plankton roślinny składa się z glonów mikroskopowo drobnych jak pierwotek, okrzemki, sinice (55). Pobrzeża mórz i oceanów porastają wprawdzie duże morskizyny, ale wobec ogromu oceanów, ten rąbek, który one porastają, jest prawie bez znaczenia w wyżywianiu morskich zwierząt. Tak jak na łące nie drzewa gdzieś na niej rosnące ale trawa stanowi karm zwierząt, tak samo w oceanach plankton roślinny jest ich pasną łąką, podobnie jak i w wodach słodkich.

## Grzyby, Mycetes, Pilze.

**31. Cechy grzybów.** Grzyby mają ciało plechowate, rozmnażają się zapomocą zarodników i siemion, podobnie jak glony, od których różnią się głównie tem, że nie posiadają zieleni, wskutek czego nie mogą same wytwarzać materii organicznej na swój pokarm z kwasu węglowego, ale muszą jej szukać w ten sam sposób, jak zwierzęta. Razem z glonami tworzą one pierworośla.

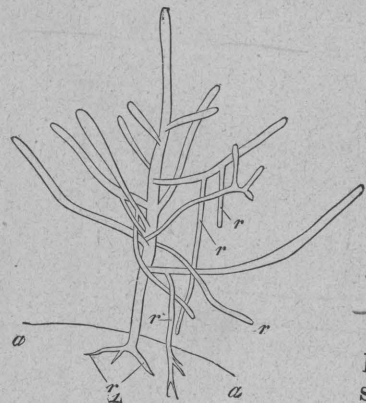
**32. Grzybnia i strzępki.** Plecha grzybów (Ryc. 24, 25) nazywa się grzybnią (mycelium). Tylko wyjątkowo, a to u grzybów rosnących w cieczach, jak np. drożdże, bywa ona kulistą komórką (Ryc. 57), podobnie jak u pierwotek; zazwyczaj jest nitkowata i składa się z nitek, jedno lub wielokomórkowych, zwanych strzępkami (hyphae). Strzępki rosną wierzchołkiem, a pod wierzchołkiem



Ryc. 24. Achlya pokrywająca zwłoki muchy



tworzą wypukliny wyrastające w nowe strzępki, które się tak samo zachowują (Ryc. 25). Wskutek takich wielu i wszechstronnych rozgałęzień (Ryc. 28) może grzybnia doskonale szukać pokarmu na wszystkie strony w podłożu, na którym żyje, podobnie, jak korzenie roślin, szukające soli mineralnych w ziemi. Na kierunku wzrostu strzępek w podłożu ma wpływ wilgotność i obfitość pokarmu. Dopiero skoro grzyb ma owocować, jego strzępki albo owocniki, utkane ze strzępek, np. trzon z kapeluszem pieczarki, wznoszą się pod wpływem ciężkości pionowo w górę. Widać to i na żagwiach,



Ryc. 25. Achlya, jej grzybnia wyrastająca (w naturze 1,5 mm. wysoka).

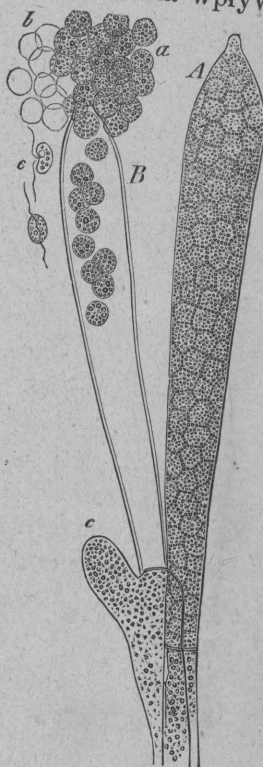
których owocniki na pniu stojącym i na pniu powalonym na ziemię (Ryc. 29) zachowują to samo położenie równoległe względem powierzchni ziemi. Takie uleganie owocników grzybów sile ciężkości jest dla nich użyteczne, bo tym sposobem ich zarodniki po dojrzewaniu łatwo porywa i roznosi na wszystkie strony.

**33. Komórki grzybów.** Komórki grzybów składają się ze ściany i plazmy. Ściana nie składa się z błonki, ale z substancji podobnej do zwierzęcej chityny. Jest ona zwykle bezbarwna, ale bywa i zabarwiona, przez co całe plechy porostów, albo np. kapelusze pieczarki lub muchomora są barwne. Materiałem zapasowym grzybów nie jest skrobia, ale są cukry, np. mannit, glikogen i tłuszcze. Tłuszcze są często pomarańczowej barwy, przez co i cały grzyb, jak np. u rydzy, może mieć podobną barwę.



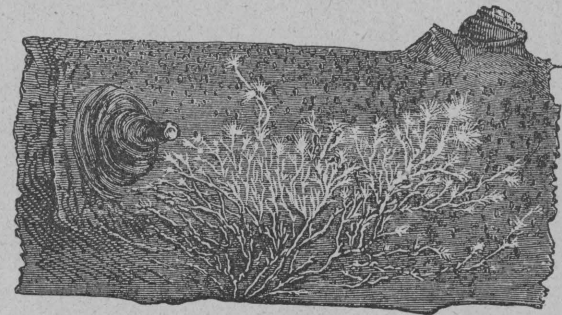
Ryc. 27. Achlya tworząca lęgnie, zrastającą się z plemniami.

**34. Sposoby życia.** Grzyby — podobnie jak zwierzęta — albo są roztocznymi (*saprophytae*) rozkładającymi materię organiczną, albo pasorzytami, albo wreszcie żyją w szczególnem pożyciu, zwanem symbiozą, z innymi żywymi organizmami.



Ryc. 26. Achlya tworząca zarodnie. A strzępka, której plazma rozpada się na pływki; B zarodnia, z której pływki wypływają. Z jednej takiej pływki powstała grzybnia, odrysowana na ryc. 25.

**35. Podział grzybów i cechy pleśniaków.** Grzyby dzielą się na trzy klasy: to jest na pleśniaki (*Phycomycetes*), workowce (*Ascomycetes*) i podstawczaki (*Basidiomycetes*). W dwu ostatnich klasach grzybnia jest wielokomórkowa, to jest składa się z komórek, oddzielonych od siebie ścianami (Ryc. 39, C), podobnie jak ciało wstęznicy (22). Grzybnia pleśniaków tworzy jedną jamę (Ryc. 25); w plazmie wypełniającej tę jamę można zapomocą barwienia odkryć wiele jąder; ciało pleśniaków jest zespólną (26). Tylko narzędzia owocowania — podobnie jak u woszerzy (27) — oddzielają się poprzecznymi ścianami od reszty grzybni. Achlya (Ryc. 24), pleśniak (Ryc. 30) i zaraza ziemniaczana (Ryc. 31) należą do tej klasy grzybów, które rozmnażają się podobnie jak zielenice. Są to jakby zielenice, które zatraciły zielenie. Czasem tworzą one pływki (Ryc. 26), częściej nieruchome zarodniki (Ryc. 30).



Ryc. 28. Grzybnia rozwinięta pod korą, zdjęta z gałęzi.

**36. Pleśniak.** Różne gatunki z rodzaju pleśniaka (*Mucor*) np. *Mucor Mucedo* L. żyją na owocach, chlebie, mierzwie, tworząc grzybnie powlekającą podłoże na powierzchni i wnikającą do jego wnętrza. Skoro mają stworzyć zarodnie, wówczas z grzybni wznoszą się prosto w górę strzępki i nabrzmiewają w wierzchołku kulisto (Ryc. 30, A); wygląda to tak, jakby z pod-

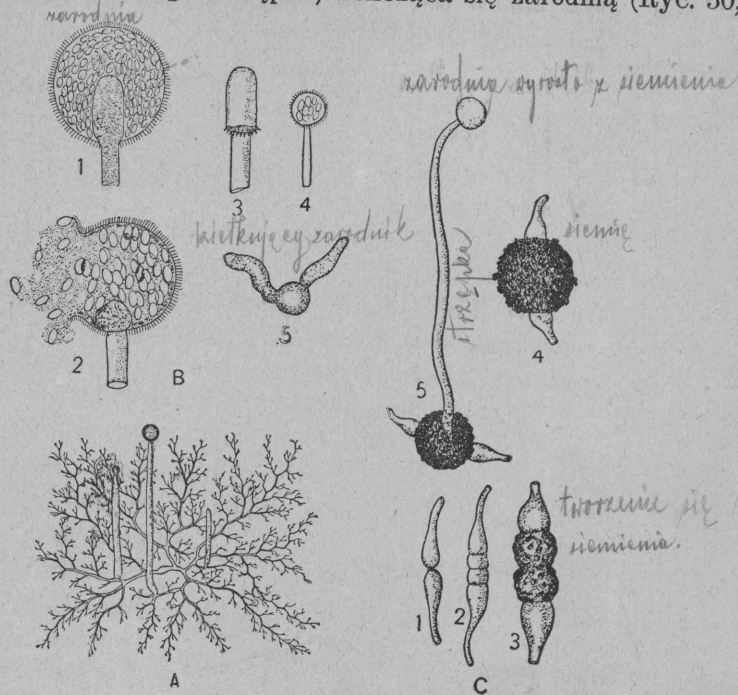


Ryc. 29. Kapelusze t-t' żagwi (*Polyporus*) wyrastające na pniu i powalonej kłodzie.

łoża tego podnosił się las szarych szpilek. Kuliste to nabrzmienie strzępki, w górę wzniesionej, oddziela się od nitki poprzeczną ścianką, a plazma rozpada się na mnóstwo komórek, z których każda otacza się błoną i jest zarodnikiem (Ryc. 30, 1). Ściana kulistej zarodni jest lekko zwądniona i wskutek tego krucha, za dotknięciem pęka, a zarodniki wydostają się na zewnątrz. W kropli soku z owocu kielkują (Ryc. 30, 5) i wyrastają w rozgałęzioną grzybnie, z której już po upływie dwu dni mogą powstać nowe zarodnie. Rzadko tworzą siemiona, które tak powstają:



dwie strzępki zrastają się z sobą (podobnie jak dwie komórki u skrzętnicy (Ryc. 16), poczem z każdej strony zrosnięcia oddziela się komórka (Ryc. 30 C) poprzeczną ścianką. Teraz ściana poprzeczna, między temi dwiema komórkami pozostała, znika, plazmy obu komórek zespala się z sobą, wydzielają na powierzchni grubą, czarną, brodawkowatą błonę (Ryc. 30, 4) i tak powstaje siemię, które przez oderwanie się nitek, na których powstało, staje się wolne i może przez dłuższy czas żyć utajonem życiem. Podczas kiełkowania wyrasta z niego strzępka, kończąca się zarodnią (Ryc. 30, 5).

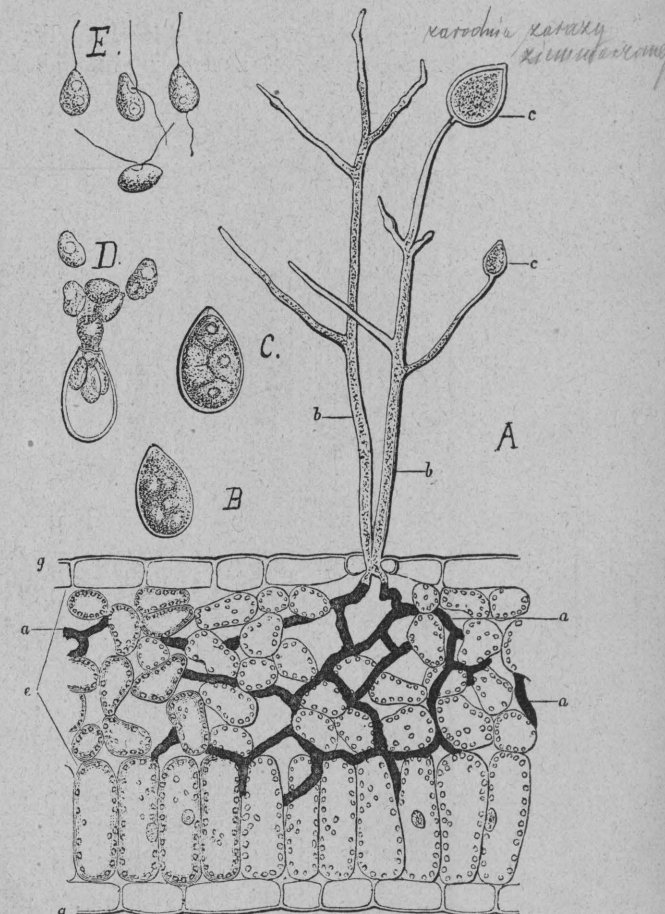


Ryc. 30. *Mucor mucedo*. A grzybnia, z której wyrastają pionowo wznoszące się zarodnie. B, 1 zarodnia w przekroju podłużnym; 2 zarodnia pęknięta; 3 podsada; 4 mała zarodnia powstała z siemienia; 5 kiełkujący zarodnik. C, 1, 2 i 3 kolejne stany tworzenia się siemienia; 4 dojrzałe siemię; 5 z siemienia wyrasta mała zarodnia.

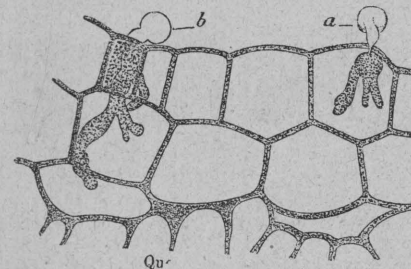
**37. Zaraza ziemniaczana** (*Phytophthora infestans*) jest pasorzytem na ziemniakach. Z zarażonego ziemniaka albo z jego liścia wychodzą na zewnątrz nitki, które rozgałęziają się i tworzą po kilka zarodni (Ryc. 31, A) cytrynkowatego kształtu. Skoro zarodnia dostanie się do wody, to z treści jej powstaje 8 pływów (Ryc. 31, B—D). Te pływają czas jakiś (Ryc. 31 E), a potem przechodzą w spoczynek i otaczają się błoną. Kielkując zaś wnikają do ciała żywej rośliny przez jej ścianę (Ryc. 32) i toczą komórki pomiędzy które rosną.

To miejsce n. p. liścia, gdzie pasorzyt rośnie, widać gołym okiem, bo jako zamarłe czernieje. Skoro grzyb stoczy kawałek liścia ziemniaczanego, to nitki wychodzą w górę i tam tworzą znowu zarodnie. Zaraza ziemniaczana rozwija się nie tylko na liściach, ale i na bulwach kartofli, których plon nieraz niweczy.

**38. Workowce** (*Ascomycetes*) są grzyby, których grzybnia jest wielokomórkowa. W chwili owocowania grzybnia ta tworzy ciała zwane owocnikami (Fruchtkörper), różnej postaci, zawierające worki (*Ascus*). Worki są to komórki, zwykle wydłużone (Ryc. 33), wewnątrz których tworzy się poospolicie 8 zarodników. Między workami są płonne strzępki, to jest wstawki (*paraphyses*). Worki i wstawki tworzące razem warstwę (*hymenium*) albo pokrywają całą powierzchnię grzyba n. p. w smardzu (Ryc. 34), albo są zebrane



Ryc. 31. Przecięcie liścia ziemniaczanego z zarazą A, jej strzępki b wyszły przez szparkę i tworzące zarodniki c, B—E rozwój zarodników.



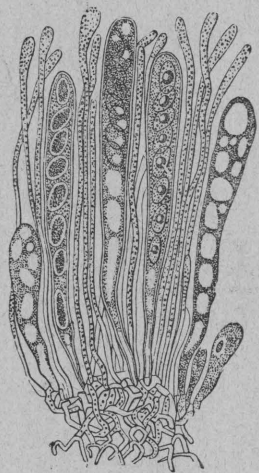
Ryc. 32. Przecięcie łodygi ziemniaka, na której kiełkują dwa zarodniki zarazy.

w miseczki szeroko otwarte (Ryc. 64), albo w zbiorniki z wązkim otworem czyli otocznie (Ryc. 39, C), albo wreszcie wyścielają wewnętrzne komory (Ryc. 36) grzyba, otoczonego na zewnątrz korą, jak w trufli (Ryc. 35).

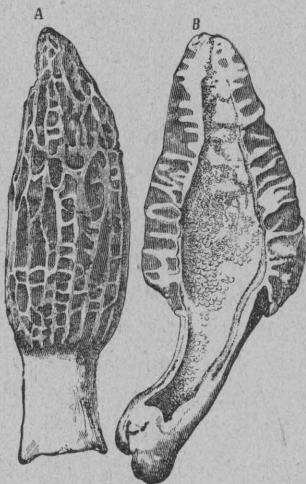
**39. Przetrwaliak sporysza.** Nazywamy sporyszem obłe, lekowato skrzywione, do dwóch cm. długie ciała, tkwiące w kłosach żyta (Ryc. 37) zamiast ziarn zboża. Są one



zewnątrz fioletowe, wewnątrz białe. Ciałka te są utkane z grzybni (Ryc. 38), tak poplątanej i ściśle z sobą zrosniętej, że zdają się tworzyć tkankę. Niema

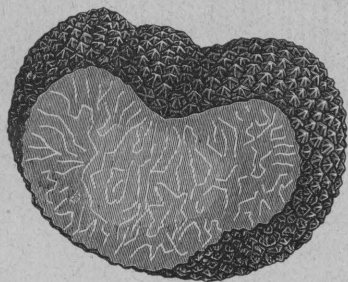


Ryc. 33. Kawałek warstwy z tworzącymi się albo już utworzonymi workami, wewnątrz nich po 8 zarodników; między workami wstawki.

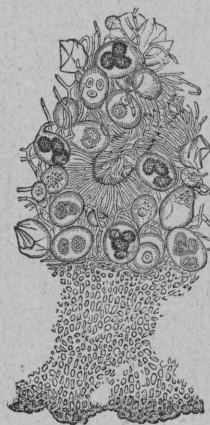


Ryc. 34. Smardz (*Morchella esculenta*) A cały, B przecięty podłużnie.

w nich osocza, tylko wśród plazmy jest wiele tłuszczu, jako materiału zapasowego. Fioletowo zabarwione na powierzchni ściany strzępek tworzą korę. Niema żadnego owocowania. W tym stanie utajonego życia, zwanym przetrwalnikiem (*sclerotium*) może grzyb przez miesiące a nawet lata przetrwać bez zmiany, aż dostanie się w sprzyjające do rozwoju warunki. Różne gatunki grzybów mogą tworzyć przetrwalniki. Pospolicie zbija się w tym celu ich grzybnia w okrągławe ciała, ale również się zdarza, że całe sznury grzybni otaczają



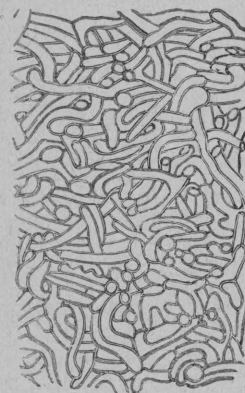
Ryc. 35. Trufia, naturalnej wielkości, nacięta z jednego boku.



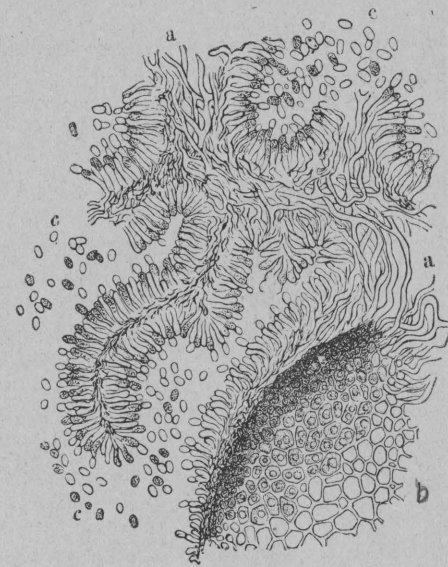
Ryc. 36. Kawałek trufli (*Tuber melanosporum*), przeciętej poprzecznie, widziany przez mikroskop. Pod korą wyrastają z warstwy okrągławe worki, zawierające po 4 zarodniki.



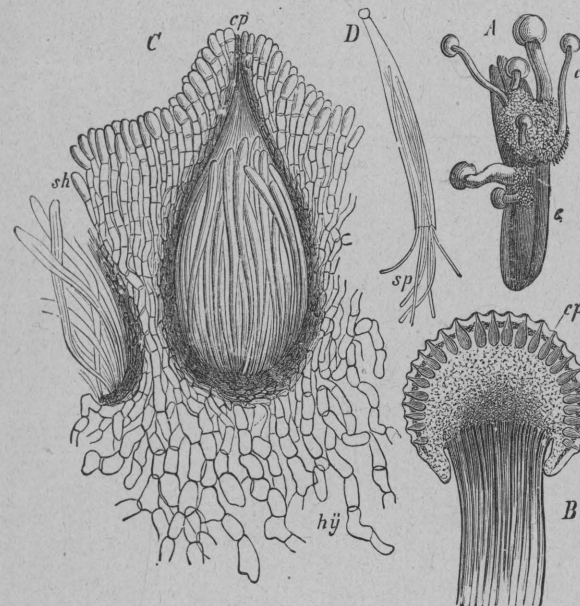
Ryc. 37. Kłos żyta ze sporyszem.



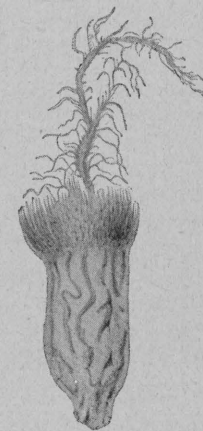
38



41



39



40

Ryc. 38. Kawałek przetrwalnika sporyszu w silnym powiększeniu.  
Ryc. 39. Rozwój sporyszu. A przetrwalnik z wyrastającymi owocnikami, B przecięcie jednego owocnika, cp zbiornik z workami, C jeden zbiornik, D jeden worek z zarodnikami sp.  
Ryc. 40. Słupek żyta stoczony przez sporysz, od góry ślady znamion, na powierzchni fałdy pokryte zarodnikami.  
Ryc. 41. Kawałek słupka żyta, stoczonego przez sporysz, w silnym powiększeniu, a strzępki tworzące od dołu b przetrwalnik, a na powierzchni zarodniki c.

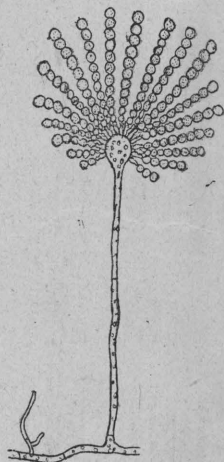
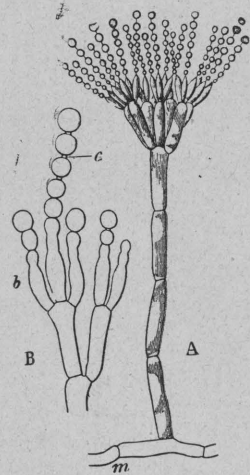
się korą i tworzą rozgałęzione przetrwalniki wyglądające n. p. pod korą drzew jak czarne korzenie (Ryc. 47).

**40. Rozwój sporyszu.** Przetrwalniki sporyszu (*Claviceps purpurea*), które wypadły z kłosa i dostały się do roli, zimują w niej, a na wiosnę zaczynają się rozwijać. Powstają z nich trzoneczkowate owocowania (Ryc. 39, A), w wierzchołku główkowato nabrzmiące. W główkach znajdują się liczne zbiorniki worków — tak zwane (otocznie) (*perithecia*) — (Ryc. 39, B, C), a w każdym worku powstaje 8 nitkowatych zarodników (Ryc. 39, D). Wiatr je unosi i tak mogą się dostać na znamiona słupków żyta, na których pasorzytują, żywiąc się kosztem soków przeznaczonych na wytworzenie ziarna. Po pewnym czasie cały słupek jest stoczony i jakby okryty białą pilśnią (Ryc. 40). Wewnątrz zaczyna się wytwarzać przetrwalnik a na powierzchni powstają kuliste zarodniki (Ryc. 41), które, dla odróżnienia od zarodników powstających w workach, nazywają się ogólnie konidiami. Konidia opadają na plewy kwiatu żyta, gdzie zbiera się stredź, ciecz słodkawa i cuchnąca, powstająca z rozkładu tkanki słupka przez grzyb. Owady przychodzące po stredź, walają się konidiami i dotykając się przypadkowo znamion zdrowych słupków, zarażają je. Takim sposobem przez konidia zarażone są inne kłosa żyta.

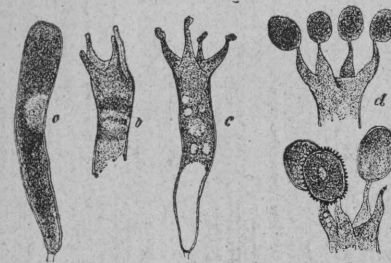
Ryc. 42. Pędzlak (*Penicillium glaucum*). A, dojrzałe konidia na strzypce wznoszącej się pionowo z grzybni m. B, powstawanie zarodników (konidiów) c na strzypkach b.

**41. Konidia.** Nietylko sporysz ale bardzo wiele workowców i podstawczaków tworzy obok owocowań, zawierających worki z zarodnikami, konidia. Są też takie, których grzybnia pospolicie tworzy konidia, a bardzo rzadko worki. To co nazywamy pleśniami, to są właśnie najczęściej takie pospolite konidia workowców jak n. p. pędzlak (Ryc. 42) i kropidlak (Ryc. 43).

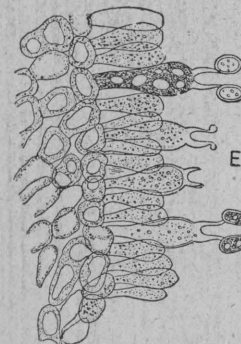
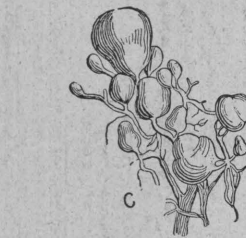
**42. Podstawczaki (*Basidiomycetes*).** Do podstawczaków należą wielkie bdły, które w pospolitem tego słowa znaczeniu nazywamy grzybami, jak pieczarka (Ryc. 46), muchomor, rydz, lisica (Ryc. 49), borowik (Ryc. 50), opieńka (Ryc. 48), należą też pasorzytne śniecie (Ryc. 51) i rdze (Ryc. 55), będące wielkimi szkodnikami hodowanych przez człowieka roślin. Ich grzybnia jest wielokomórkowa. Mają one przynajmniej jeden sposób owocowania na strzypkach zwanych podstawkami (*basidium*). Podstawki bdł tworzą na wierzchołku, przez wypuklenie, zwykle cztery zarodniki (Ryc. 44). Podstawki bdł układają się najczęściej w warstwy na powierzchni owocników, ale są



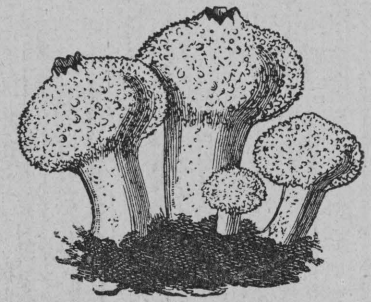
Ryc. 43. Kropidlak (*Aspergillus glaucus*). Konidia.



Ryc. 44. a-e, kolejne stany powstawania zarodników na podstawce.



Ryc. 46. Pieczarka. C, tworzenie się owocników na grzybni. A, dojrzałe owocniki. D, układ blaszek pod kapeluszem. B, jedna blaszka widziana przez mikroskop, na kraju warstwa z podstawkami. E, kraj blaszki w b. silnym powiększeniu, na przepołowionych podstawkach widać tylko 2 zarodniki.



Ryc. 45. Purchawka (*Lycoperdon gemmatum*).

takie, które — podobnie jak trufła wśród workowców — mają wewnętrzne komory, wyścielone podstawkami, nazywają się purchawki (Ryc. 45).

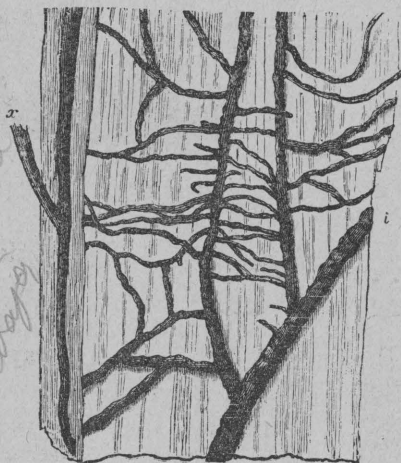
**43. Bdły.** Bdły albo są roztoczami albo pasorzytami. Pieczarka (*Agaricus campestris*) należy do roztoczy. Jej grzybnia żyje w gruncie obfitującym w koński nawóz. Z grzybni wyrastają (Ryc. 46, C) w lipcu kapeluszkowate owocniki (Ryc. 46, A), które na spodniej stronie kapelusza mają szereg blaszek ustawionych jak głównie noży (Ryc. 46, D). Każda blaszka pokryta jest z obu stron warstwą (Ryc. 46, B), z której wybiegają podstawki z zarodnikami (Ryc. 46, E).

Opieńka (*Agaricus melleus*) jest pasorzytem, wyrządzającym wielkie szkody w lasach, bo żyje na korzeniach drzew, które niszczy. Grzybnia jej rozrasta się w pniach między korą a drewnem i tworzy sznurowate czarne przetrwalniki (Ryc. 47), z których potem wyrastają owocowania grzyba (Ryc. 48).

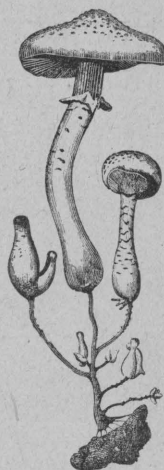
Podstawki bdł niekoniecznie stoją na blaszkach (Ryc. 49), czasem jak w borowiku (*Boletus edulis*) albo żagwiach (Ryc. 29) wyścielają wnętrza rurek tworzących warstwę na spodniej stronie kapelusza.



44. **Śniecie** (*Ustilagineae*) są grzybami pasorzytującymi na różnych częściach roślin, najczęściej jednak na kwiatach, tocząc owoce, które po dojrzeniu grzyba wypełnione są jego zarodnikami (Ryc. 51, 52). Nieraz pod wpływem pasorzytu



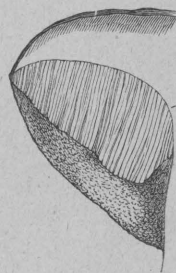
47



48



49



50

Ryc. 47. Pod zdjętą korą widać i sznurowate przetrwalniki opieńki; w miejscu x jedno rozgałęzienie przechodzi w owocnik ucięty.

Ryc. 48. Owocniki opieńki wyrastają z kawałka przetrwalnika.

Ryc. 49. Lisica (*Cantharellus cibarius*).

Ryc. 50. Przecięcie podłużne kawałka kapelusza borowika, na którym widać rurki tworzące warstwą.

zarażone śniecią ziarna rozrastają się nadmiernie (Ryc. 53). Zarodniki kielkujące tworzą podstawkę, na której albo z boku (Ryc. 54, A) albo na wierzchołku powstają zarodniki (Ryc. 54, B).

45. **Rdze** (*Uredineae*). Rdze są pasorzytami rozwijającymi się zazwyczaj na

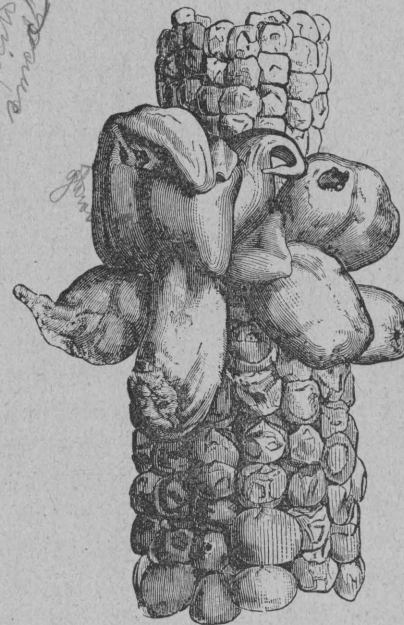
liściach i są tem szczególne, że często miewają kilka rodzajów zarodników, które pojawiają się w koniecznej po sobie kolei. Nazywamy takie kolejno po sobie następujące a różne pokolenia pokoleniami zmiennymi. Wiosenne zarodniki rdzy powstają w kubkowatych zbiornikach (Ryc. 55, A); letnie są jednokomórkowe i opadające z trzonków (Ryc. 55, B); jesienne są dwu (Ryc. 55, C) albo więcej komórkowe i odpadają z trzonkami, na których powstały. Jesienne te zarodniki



51



52



53

Ryc. 51. Kłos pszeniczny zarażony śniecią (*Tilletia caries*). Dopiero po rozniesieniu ziarna można dostrzedz, że wypełnione jest czarniawymi zarodnikami śnieci.

Ryc. 52. Kłos pszeniczny zarażony murzem (*Ustilago carbo*). Zarodniki murzu same się wysypują.

Ryc. 53. Murz kukurydzy (*Ustilago maydis*); zarażone nią ziarna są zwyrodniałe i ogromnie rozrosłe.

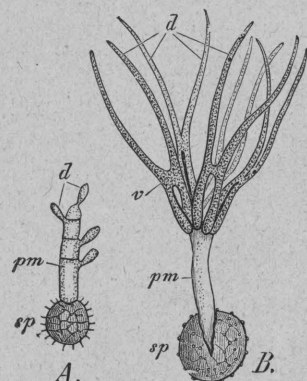
zimują i wydają kielkujące na wiosnę podstawki, które na bokach tworzą zarodniczki (Ryc. 55, D). Te zarodniczki wydają grzybnie, z której znów powstają wiosenne zarodniki.

Rdze mogą tworzyć wszystkie te pokolenia zmienne na jednej i tej samej roślinie n. p. rdza na liściach słonecznika. Takie rdze są jednodomowe. Ale są rdze dwudomowe to jest potrzebujące koniecznie dwu różnych żywicieli. Tak n. p. rdza tworząca wiosenne zarodniki na liściach berberysu, tworzy inne pokolenia na pszenicy (Ryc. 55), a rdza na liściach gruszy (Ryc. 56) może się rozwijać potem tylko na jałowcu.

Takie zjawisko, że pewne grzyby jak rdze albo workowce mają wielorakie zarodniki, nazywamy wielopostaciowością (*pleomorphismus*) grzybów.



**46. Roztocze wogóle.** Grzyby oraz bakterye, podobnie jak niektóre zwierzęta, które są roztoczami, oddają niezmiernie usługi nie tylko człowiekowi ale i całej żywności, rozkładając zwłoki zwierząt, obumarłe rośliny oraz szczątki ludzkiego gospodarstwa, którymi, gdyby nie one, ziemia byłaby literalnie zawalona.



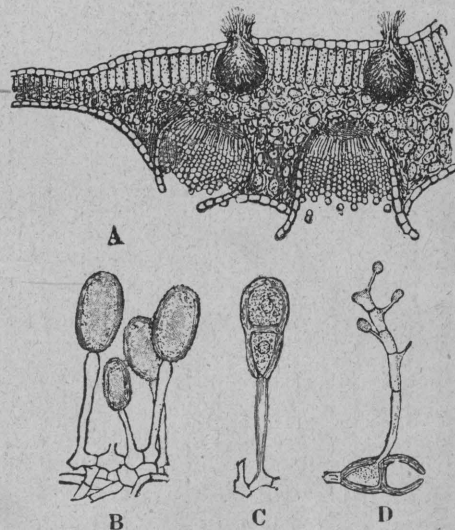
Ryc. 54. Kielkujące zarodniki śnieci. A z *Ustilago receptaculorum*, B z *Tilletia caries*, sp zarodniki, pm ich podstawki, d ich zarodniki.

Roztocze potrzebują odpowiedniego ciepła i wilgoci do swej pracy, widzimy bowiem, że n. p. mięso trzymane na lodzie lub wysuszone nie ulega rozkładowi. Między grzybami a bakteriami zachodzi ta różnica, że grzyby rozwijają się dobrze na kwaśnym podłożu, bakterye zaś — dla których kwasy są wielką trucizną — na alkalicznym. Grzyby i niektóre bakterye rozkładają materię organiczną tylko w obecności tlenu i taki proces nazywamy butwieniem. Gnicie wywołują bakterye, zdolne żyć bez dostępu tlenu (47), wydobywają się wówczas jako produkta rozkładu

cuchnące gazy n. p. siarkowodór, jak się to dzieje już i w jelitach zwierząt.

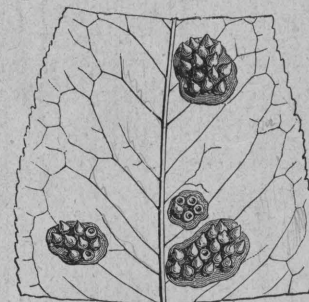
Z rozkładu materii organicznej powstają różne gazy jak n. p. amoniak, kwas węglowy, tworzy się woda, pozostają popioły i próchnica (*humus*). Próchnica jest niezupełnie jeszcze rozłożoną materią organiczną, ona to zabarwia na ciemno uprawną glebę i zbiera się w lasach w grubych nieraz pokładach. Im temperatura towarzysząca gniciu lub butwieniu jest wyższa a dopływ tlenu obfitszy, tem rozkład zwłok jest zupełniejszy i tem mniej powstaje próchnicy. Dzieje się przeciwnie w niskiej ciepłocie i w razie utrudnionego dostępu tlenu, jak to widać właśnie na północy podczas powstawania dlatego grubych pokładów torfu.

Każdy gatunek grzyba lub bakterii bierze ze zwłok, które toczy, pewne tylko związki i rozkłada je we właściwy sobie sposób. Tak n. p. ciecz



Ryc. 55. *Puccinia graminis*. A zarodniki wiosenne na liściu berberysu. B zarodniki letnie i C jesienne z pszenicznego liścia. D kielkowanie zarodnika jesiennego, na podstawie poprzecznie podzielonej stoją zarodniczki.

słodka przez życie w niej drożdży zostaje zamieniona na alkohol; w tej wydalinie własnej drożdży żyć nie mogą, ale mogą żyć pewne bakterye zamieniając alkohol na kwas octowy (kwaśnienie piwa lub wina). Każdy więc organizm przeistacza podłoże (*metabioza*) i czyni je sposobnem przez to do rozwoju innych organizmów. Takie przeistaczanie podłoża sprawia właśnie, że skoro wiatr przyniesie różne bakterye i zarodniki rozmaitych pleśni, to z pośród spadłych te się naprzód rozwijają, które mogą żyć na danym podłożu i wobec warunków (tlen, ciepłota), jakie znajdują, skoro one przeistoczą podłoże, nie mogą już żyć na niem z powodu własnej wydaliny, ale wtedy ożywiają się inne, dla których właśnie wydalina poprzednich albo już przez nie przeistoczone podłoże są właściwym pokarmem, potem przychodzi kolej na inne grzyby i bakterye, aż wreszcie wszystko zostaje obrócone w próchnicę, trochę gazów i popiołu.



Ryc. 56. Rdza na liściu gruszy.

Przeistaczanie jest zjawiskiem powszechnem, odnosi się zarówno do gleby, do wód, jak i do atmosfery. Wydalenie bowiem n. p. kwasu węglowego przez zwierzęta podczas oddychania przeistacza powietrze w sposób przygotowujący materiał do asymilacji węgla przez zielone rośliny.

Roztocze są swoją drogą i wielkimi szkodnikami, niszcząc zwłaszcza owoce i różne pokarmy ludzkie, do których się dostaną.

#### 47. Drożdże i oddychanie wśródcząsteczkowe.

Do szczególnych roztoczy należą drożdże (Ryc. 57), grzyby kulistawe, rozmnażające się przez pączkowanie i żyjące w cieczach zawierających cukier.



Ryc. 57. Drożdże piwne. a niepączkujące jeszcze komórki, b-d kolejne pączkowania.

Drożdże winne (*Saccharomyces apiculatus* R., *Weinhefe*) żyją na spękanych owocach, na ziemi, w żołądkach zwierząt roślinożernych, do których dostają się z liśćmi, na które je wiatr przeniósł. Szczególnie pospolite są na owocach winnej macicy. Skoro winogrona zostaną zebrane i sok z nich wyciśnięty, to drożdże dostawszy się do cieczy, rozkładają cukier rozpuszczony w soku winnych jagód. Cukier przenika przez błonę komórki, zostaje przez plazmę drożdży rozszczepiony na

kwas węglowy i alkohol, które drożdże, jako wydaliny do życia ich niepotrzebne, przez błonę na zewnątrz do cieczy wydzielają. Ponieważ zaś komórki drożdży w soku z jagód wytłoczonym mnożą się niezmiernie szybko, więc po pewnym czasie miliardy ich wciągają znaczne ilości cukru z tego płynu i zamieniają go na alkohol, i tak ze słodkiego płynu tworzy się przez współdziałanie komórek drożdżowych wino. Proces ten nazywa się zaczynianiem (fermentacją). Kiedy już



cała ciecz zostanie zaczyniona, t. j. skoro cukier zostanie zamieniony na alkohol, drożdże już w niej żyć nie mogąc, opadają na dno naczynia, w którym się zaczynianie odbywało. Wypłukane z alkoholu i pomieszczone w jakimkolwiek płynie zawierającym cukier, mogą go znów zaczynać. Ma to zastosowanie w wytwarzaniu piwa; w tym razie drożdże piwne (*S. cerevisiae* Mey., *Bierhefe*) dodają się do zaczynu słodowego (z kielkujących nasion jęczmienia, pszenicy lub owsa) i także zamieniają jego cukier na alkohol. Tysiące cetnarów drożdży wyrabiają się tak co rocznie.

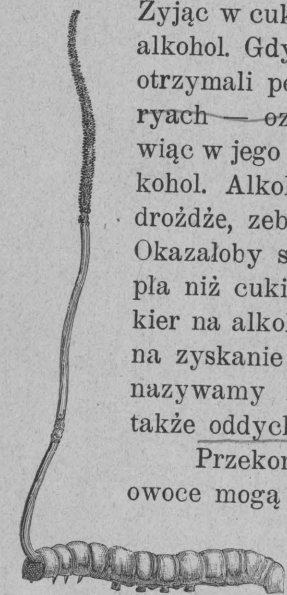
Drożdże nie potrzebują tlenu do oddychania tak, jak inne rośliny (12), a przecież potrzebują również pewnej energii do życia. Skąd ją biorą?

Żyjąc w cukrze i żywiąc się nim, rozkładają go i zamieniają na alkohol. Gdybyśmy zważyli kawałek cukru i spalili go, tobyśmy otrzymali pewną ilość ciepła, którą można dokładnie — w kaloriach — oznaczyć. Biorąc kawałek cukru tej samej wagi i żywiąc w jego roztworze drożdże, otrzymalibyśmy zamiast cukru alkohol. Alkohol ten możnaby oddzielić od cieczy, w której żyły drożdże, zebrać go, spalić i oznaczyć znów ciepło stąd powstałe. Okazałoby się z porównania, że ta ilość alkoholu daje mniej ciepła niż cukier, z którego on powstał. Drożdże rozszczepiając cukier na alkohol i kwas węglowy, zużyły właśnie tę różnicę ciepła na zyskanie energii potrzebnej do życia. Jeżeli więc oddychaniem nazywamy najogólniej sposób zdobywania energii, to drożdże także oddychają, ale oddychają w inny sposób.

Przekonano się, że różne części roślin jak korzenie, cebule, owoce mogą żyć — czasem nawet całe tygodnie — w atmosferze pozbawionej tlenu i że go zdobywają w podobny sposób, jak drożdże, to jest rozszczepiając związki organiczne, przyczem wytwarzają alkohol; czuć go wyraźnie n. p. w przestępach słodkich gruszkach z winnym smakiem. Taki sposób oddychania nazywamy oddychaniem wśródczasteczkowem. Naj-

wybitniej występuje ono w pewnych bakterjach, które rozszczepiają rozmaite związki organiczne, n. p. cukier mleczny na kwas mleczny (w kwaśniącym mleku) albo mocznik na amoniak (w moczu) i t. d. Bakterie tak się do tego procesu przyzwyczaiły, że nie tylko nie potrzebują tlenu, ale go nawet nie znoszą; nazywamy je beztlenowcami (*anaëroby*), w przeciwstawieniu do tlenowców (*aëroby*).

Sposób zdobywania energii możemy najogólniej nazwać odswajaniem (deasymilacja) i powiedzieć, że podczas odswajania jedne organizmy oddychają, spalając węgiel a wydzielając kwas węglowy i wodę, inne zaś oddychają wśródczasteczkowo, rozkładając w atmosferze beztlenowej różne



Ryc. 58. *Cordyceps Robertsii*, wyrastający ze zwłok gąsienicy, którą stoczył.

związki organiczne, przyczem produktu odswajania mogą być rozmaite, — jak n. p. alkohol, siarkowodór, kwas mleczny, amoniak i bardzo wiele innych — stosownie do tego, jaki związek uległ rozkładowi.



Ryc. 59. Porost skórkowaty *Cetraria islandica*.

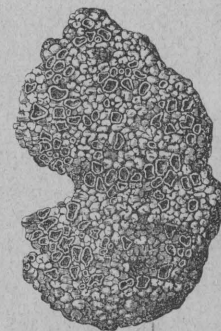


Ryc. 60. Porost krzaczkowaty *Cladonia rangiferina*; s miseczki.

48. **Pasorzyty wogóle.** Grzyby pasorzytne niezmiernie są rozpowszechnione na świecie, prawie bowiem na każdym gatunku roślin kwiatowych żyje jakiś grzyb pasorzytny. W stosunku do człowieka grzyby te są wielkimi szkodnikami, bo do nich właśnie należą śniecie, rdze i sporysz, grzyb domowy (*Merulius lacrymas* Sch.), opieńka niszcząca lasy i całe legiony innych.

Grzyby pasorzytne napadają i zwierzęta. *Empuza* (*Empusa muscae* Cohn) zabija latem całemi masami nasze domowe muchy. Inne pasorzyty zabijają zwłaszcza gąsienice, z których wychodzą potem ich owocniki nieraz szczególniejszej postaci (Ryc. 58). Nawet człowiek nie jest od nich wolny; u nas napadają one włosy, a w Hindostanie odkryto grzyb (*Chionyphe Carteri* Ber.), który toczy kości i mięśnie nogi ludzkiej.

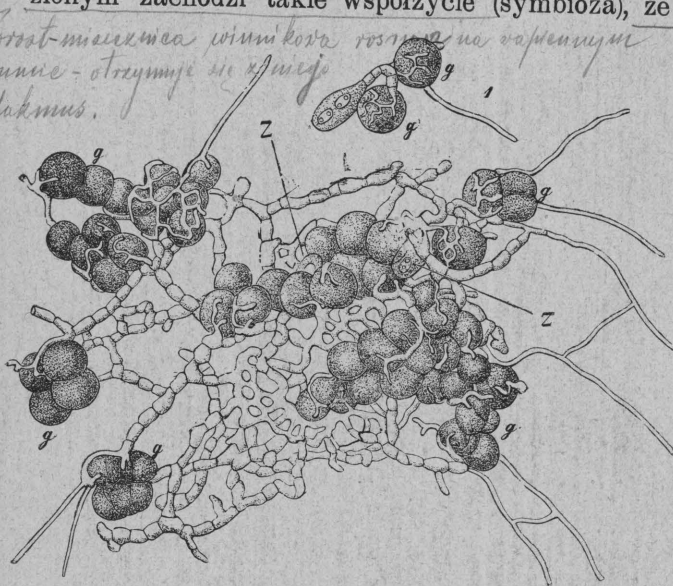
49. **Symbioza grzybów tworzących porosty.** Porosty wyglądają całkiem odmiennie od grzybów. Ich plechy są najczęściej bądź płaskie, skórkowate (Ryc. 59), bądź krzaczkowato rozgałęzione (Ryc. 60), bądź rosnące na kamieniach skorupiate (Ryc. 61). Żyją też na drzewach, skałach, nieraz w alpejskich górskich krainach — gdzie niema żadnych materii organicznych, któreby mogły toczyć. Te zjawiska tłumaczą się tem, że porosty są



Ryc. 61. Porost skorupiaty *Lecanora Villarsii*.



glonożywnemi roślinami, — grzybami, które napadają glony (Ryc. 62, *g*) i czerpią z nich pokarm. W każdej plesze porostu widać (Ryc. 63) zielone glony, zwane tu gonidiami, nawet golem okiem. Gonidia są osnute strzępkami, które przepuklają ściany ich komórek i wnikają nieco do ich środka. Między grzybem tworzącym porost a glonem przez niego uwięzionym zachodzi takie współzycie (symbioza), że strzępki grzyba dostar-



Ryc. 62. 1 (od góry) początek kielkowania zarodnika porostu (z 2 kropkami tłuszczu), który oplata dwa gonidia *g*. Na dolnej figurze widać zarodniki *z*, które wykiełkowały i opanowały już swemi strzępkami całe gromady gonidiów *g*.

(Ryc. 64), ale w Brazylii znaleziono porosty owocujące jak podstawczaki. Porosty należą więc do dwu różnych klas grzybów.

Porosty rozmnażają się też bez pomocy zarodników, przez to, że się od ich plechy odrywają małe kłaczki grzybni i glonów, tak zwane urwistki (*soredia*), wiatrem unoszone, z których, skoro osiedlą na stosownym podłożu, powstają nowe osobniki.

Porosty znoszą suszę, przechodząc podczas niej w stan utajonego życia. Deszcz lub rosa powołują je znów do życia czynnego.

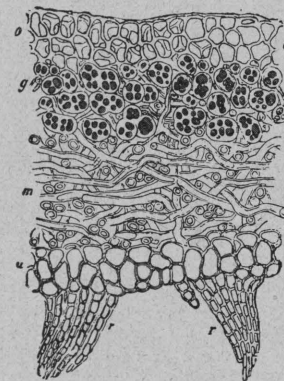
**50. Opilśnie.** Współzycie jest zjawiskiem, które wpośród grzybów spotykamy nie tylko między porostami. Strzępki wielu grzybów rozkładających próchnicę (46) wchodzą w symbiozę z korzeniami drzew, krzewów i wogóle roślin na takiej glebie rosnących. Nazywamy je opilśniami (*Mycorrhiza*) dlatego, że często swoją grzybnią otulają końce korzeni roślin jakby pilśnią. Rośliny zaś żyjące w takim współzyciu z grzybami, z któ-

czają glonom wody z solami mineralnymi, które z podłoża pobierają, a same biorą z glonów materię organiczną, przyswojoną przez glony zapomocą ciałek zieleni z powietrza. Glon oswobodzony ze strzępek grzyba, może bez niego żyć doskonale, grzyb zaś (tworzący porost) bez glonu istnieć nie może.

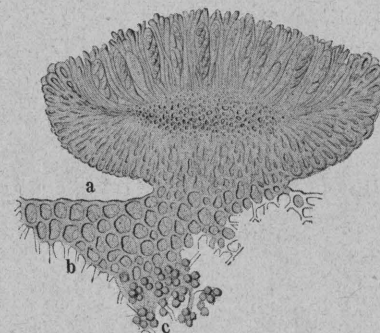
Porosty należą pospolicie do workowców, tworzą zarodniki w workach skupionych w miseczki

rych czerpią co najmniej (126) wodę z solami mineralnymi, nazywamy grzybożywnemi.

Wiadomo, że duże bdły jak borowik i muchomor tworzą opilśnie. Wiemy również, że niektóre z tych grzybów wchodzą we współzycie



Ryc. 63. Przecięcie plechy porostu. *o* kora, *g* gonidia, *m* grzybnia, *u* dolna kora, *r* jej chwytники.



Ryc. 64. Kawalek porostu z miseczką w przecięciu podłużnem. *a* miseczka z workami i wstawkami; *b* kora; *c* gonidia.

z pewnymi tylko gatunkami drzew. Tak np. trufle (Ryc. 35) żyją jako opilśnie na korzeniach dębów, a grzyb jeleni (*Elaphomyces granulatus*), którego kuliste, podziemne owocniki, wielkości włoskiego orzecha, często się w borach spotyka, jest współżywnikiem korzeni drzew iglastych.

## Śluzowce, Myxomycetes, Schleimpilze.

*nie mają zieleni*

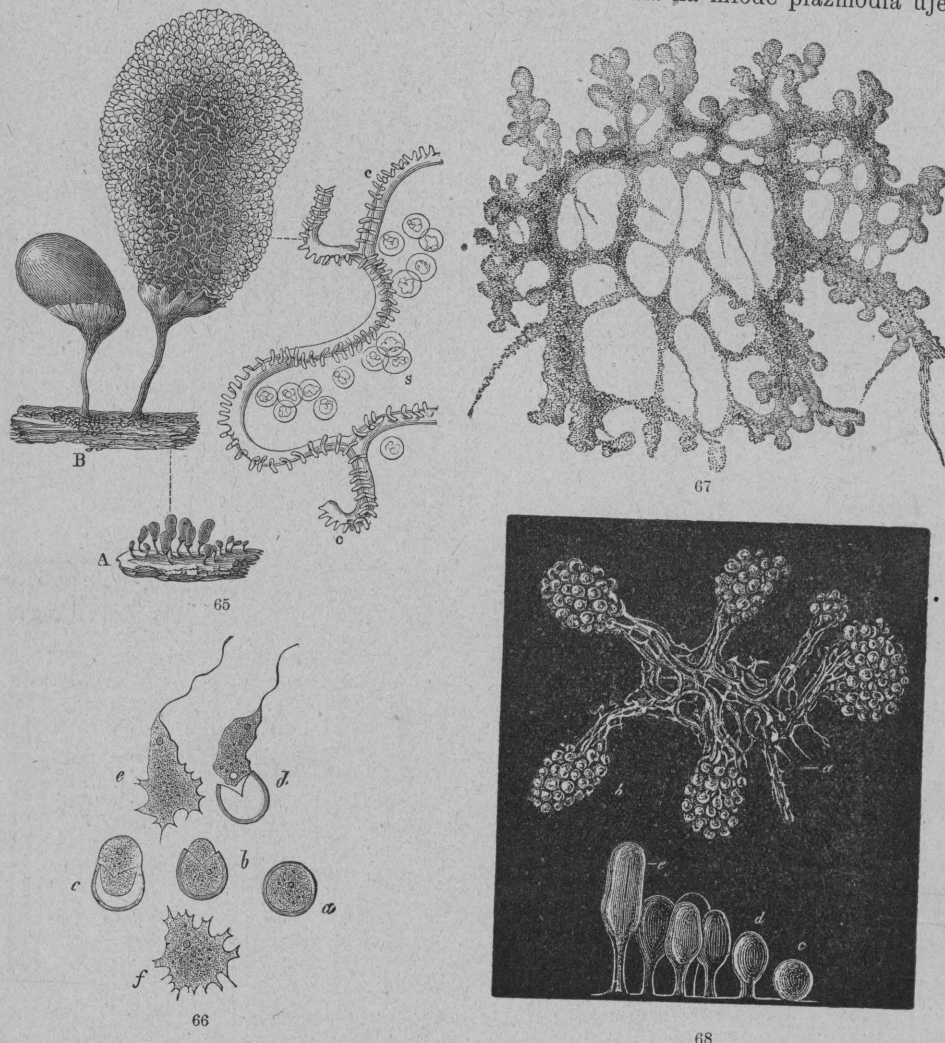
**51. Zarodnie.** Dojrzałe zarodnie śluzowców (Ryc. 65) są maleńkimi pęcherzami, nieraz trzoneczkowatymi. Wewnątrz zarodni znajdują się zarodniki bądź fioletowe, bądź barw żółtych lub czerwonych. Niekiedy wśród zarodników znajduje się włośnia, to jest są nitki wolne lub sieciowate zrosłe i często sprężyste, służące do rozrzucenia zarodników po rozerwaniu ściany zarodni (Ryc. 65, *c*).

**52. Rozwój.** Z zarodnika kielkującego w wodzie (Ryc. 66, *a—c*) wychodzi pływka z jedną rzęską (Ryc. 66, *d*). Pływki rozmnażają się przez dzielenie, nawet kilkakrotnie, poczem wciągają rzęski i zaczynają się poruszać pełzakowato (Ryc. 66, *f*). Powstałe stąd pełzaki po kilku dniach istnienia, gdzie się tylko z sobą spotkają, zaczynają się z sobą zlewać w jedno, nieraz wielkie ciało plazmy z tyłoma jądrami i wodniczkami, ile pływek (pełzaków) je utworzyło. Taka zespólnia tem się różni od zespólni woszerzy (26), że jest naga. Nazywa się plazmodium.

**53. Plazmodia i powstawanie zarodni.** Plazmodia, zwykle sieciowate (Ryc. 67), żyją wśród zbutwiałych liści, pod korą drzew, żywiąc się, jak wszystkie roztocze, materią organiczną, rozkładającą się i w wodzie rozpuszczoną, ale są w stanie



pochłaniać odrobiny ciał organicznych, n. p. skrobi, i trawić je. Światło, ciepło, wilgotność i obfitość pokarmu w pewnym miejscu podłoża kierują ruchem plazmodiów, działają więc na nie jako bodźce. Światło działa na młode plazmodia ujem-



Ryc. 65. *Arcyria punicea*. A w naturalnej wielkości. B silniej powiększone zarodnie, w prawej włośnia rozprężyła się. C włośnia powiększona z zarodnikami s.

Ryc. 66. a zarodnik, b c kielkowanie, d e pływki, f pelzak.

Ryc. 67. Plazmodium.

Ryc. 68. *Stemonitis fusca*. U góry plazmodium a tworzące zarodnie b, ich dalszy rozwój od c do e na dole.

nie, bo go unikają, chroniąc się do miejsc zacienionych, zwykle zatem wilgotniejszych. Skoro jednak śluzowce mają owocować, to zmienia się natura plazmodiów na wpływ światła. Wówczas bowiem działa ono na nie dodatnio i wpływa na to,

że wychodzą na miejsca naświetlone, wyższe — nieraz powyżej metra wysokości — a zatem i suchsze.

Na powierzchni plazmodium mającego owocować tworzą się w blizkich odstępach brodawki, do których plazma dopływa tak długo, aż się nie rozdzieli na pojedyncze cząstki, przyszłe zarodnie (Ryc. 68). Te otaczają się błoną. Wewnątrz zaś zarodni koło jąder skupia się plazma w zarodniki, które się też oblanają. Z plazmy także powstaje włośnia.

## Rozprątki, Schizophyta, Schizophyten.

54. Cechy. Rozprątki są to rośliny plechowate, jedno lub wielokomórkowe, często mikroskopowo drobne, których komórki nie mają jądra. Znoszą znaczniejsze zimno i gorąco, niż inne rośliny. Rozmnażają się zapomocą zarodników powstających ze zwykłych komórek ciała przez otoczenie się ich drugą błoną. Dzieli się na dwie klasy: sinice (*Schizophyceae*, blaugrüne Algen) zawierających w komórkach zieleni i bezziele- niowych bakterii (*Schizomycetes*, Bacterien).

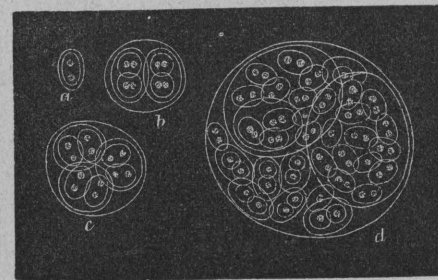
55. Sinice. Można by powiedzieć, że sinice są to najprostsze glony, których komórki są pozbawione jądra i nie mają osobnych ciałek zieleni. Podobnie jak krasnorosty lub brunatnice wśród glonów (29) zawierają drugi barwik, rozpuszczający się po ich śmierci w wodzie, który jest tu niebieski i nadaje całej roślinie, w połączeniu z zielenią, barwę sinawą.

Są to rośliny ziemnowodne, łatwo przechodzące pod wpływem suszy, podobnie jak porosty, w stan utajonego życia. Rosną zwykle gromadnie, wykwitając czasem w wielkich masach na powierzchni stawów lub mórz np. Czerwonego morza. Gatunki oponki (*Gleocapsa*), mające ściany galaretowate (Ryc. 69) i różnie zabarwione, pokrywają często alpejskie skały.

Nitkowate *Oscillatoriae* wyścielają latem rynsztoki. Różne gatunki trzęsидła (*Nostoc*) tworzą galaretowate, nieraz wielkości pięści, trzęsące się masy, powstałe z nabrzmiętych błon (Ryc. 70) poplątanych nitek.

Całe skupienia sinic, choćby tak wielkie jak trzęsидła, mogą pod wpływem wody rozpadać się na nitki, obdarzone ruchem (ruchliwki), z których, podobnie jak z zarodników, mogą powstawać nowe osobniki (Ryc. 70) przez kolejne dzielenie się ich komórek.

56. Bakterie są najbardziej na świecie rozpowszechnione rośliny, znajdują się bowiem wszędzie: w glebie, wodzie, powietrzu i zwłokach istot żyjących. Należą też do najmniejszych organizmów (Ryc. 71 i 72), bo niekiedy trzeba by ustawić ich 2000 na długość 1 mm. Są albo jedno-



Ryc. 69. *Gleocapsa*. a—d rozwój tej samej komórki.

komórkowe postaci kulek, wałeczków, przecinków (Ryc. 73), niekiedy tworzą masy jakby z sześciątów złożone (Ryc. 74, A) lub galaretowate skupienia. Bakterie rozmnażają się przez dzielenie (Ryc. 73, k, m, n) z nadzwyczajną szybkością, bo nieraz co 20 minut powstają nowe ich podziały, to znaczy, że w ciągu 19 godzin jedna może wydać 57 pokoleń, tyle właśnie, ile liczy ród ludzki (licząc na wiek po 3 pokolenia) od początku naszej ery. Tymczasem ilość nowych osobników wzrasta też niepomrotnie, bo po 8 godzinach może być z jednej — licząc, że się dzieli co 20 minut — przeszło 16,000.000.

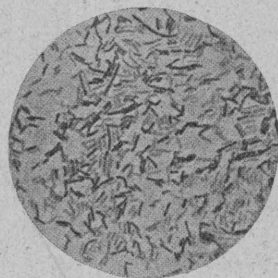
Ich ściana bywa zabarwiona, więc choć tak drobne, mogą w wielkich skupieniach barwić podłoże. Tak n. p. *Micrococcus prodigiosus* tworzy na mącznych potrawach kropelki czerwonego śluzu, a bakterie żyjące w mleku barwią je na żółto, czerwono lub fioletowo.

Ryc. 70. Nostoc. A na mchu, B osobnik powiększony, C ruchliwka, D jej dzielenie się, E zarodniki.

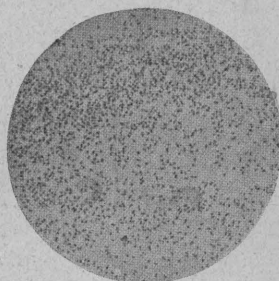
Komórki bakterii mogą być nieruchome albo są ruchliwe i poruszające się zapomocą rzęsek, które wypuszczają na powierzchnię ciała (Ryc. 74, B–F).

Bakterie tworzą zarodniki w szczególniejszy sposób, mianowicie tak, że plazma komórki skupia się w jej środku (Ryc. 75) w maleńkie, silnie błyszczące ciałko, otoczone grubą błoną.

**57. Warunki życia bakterii.** Bakterie są albo, podobnie jak większość roślin, tlenowcami (47) i dlatego wypływają na powierzchnię cieczy, w której żyją, n. p. bakteria sianowa (*Bacillus subtilis*), tworząca na



Ryc. 71. Bakterie tyfusu, widziane w kropli wody, w powiększeniu przeszło 700 razy.



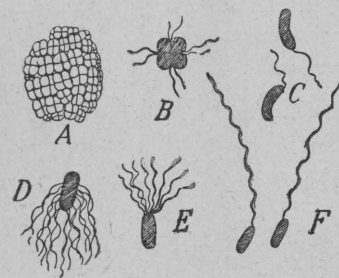
Ryc. 72. Bakterie nitryfikacyjne, widziane w kropli wody, w powiększeniu 1000 razy.

fermentacja - alkoholowa, gnilna, mlekowa, octowa.

kałużach tęczowo mieniające się powłoki, albo są beztlenowcami, rozkładającymi materię organiczną bez przystępu tlenu (47) i oddychają wówczas wśródcząsteczkowo.

Bakterie, podobnie jak sinice, mogą wyjątkowo przekraczać temperaturę 40°, w której plazma zwykła się ścinać, i żyć w wyższej cieplecie dochodącej + 74°, a nawet znosić zamarznięcie w — 110°. Ich zarodniki mogą istnieć w daleko jeszcze szerszych granicach temperatur, nie tracąc żywotności. Rozwijają się na najrozmaitszych podłożach, zwykle alkalicznych, bo kwasy są w znikających nawet ilościach pospolicie zabójcze dla bakterii. Światło słoneczne zabija nie tylko rosnące bakterie, ale nawet ich zarodniki tak wytrzymałe na wszystkie inne wpływy. Niema więc lepszego sposobu odkażania szat, futer, sprzętów i innych rzeczy naszego gospodarstwa, jak wystawianie ich na działanie słońca.

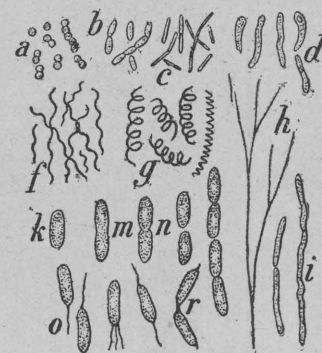
**58. Roztocze i pasorzyty.** Jako roztocze wierają bakterie razem z grzybami niezmiernie wielki wpływ na gospodarstwo ziemi, rozkładając nagromadzone szczątki organizmów (46). One to kwaszą mleko, kapustę, zamieniają alkohol zawarty w płynach na kwas octowy, psując w ten sposób piwo lub wino, w których się rozmnożą. Powodują gnienie mięsa, jaj, jednym słowem — odgrywają niemałą rolę i w ludzkim gospodarstwie.



Ryc. 74. A *Sacrina*. B–F różne bakterie, mające różną ilość i rozmiać osadzonych rzęs.

Jako pasorzyty wywołują bakterie choroby zakaźne i są powodem szerzenia się ich wśród ludzi i zwierząt. Jedne z nich rozkładają wprost tkanki ciała, n. p. w gruźlicy, inne są wskutek tego szkodliwe, że ich wydaliny (tak zwane toksyny) dostawiają się do obiegu krwi zwierzęcego ciała, n. p. w karbunkule, wywołują zatrucie, a nieraz i śmierć organizmu.

Wśród roślin bakterie pasorzytne nie są tak pospolite. Wiemy jednak, że nawet duże drzewa, jak drzewo oliwne, jesion, jabłonie, ulegają chorobom wywołanym przez bakterie. Pewne beztlenowce, żywiące się błonnikami, dostawiają się do owoców dyni, tak je

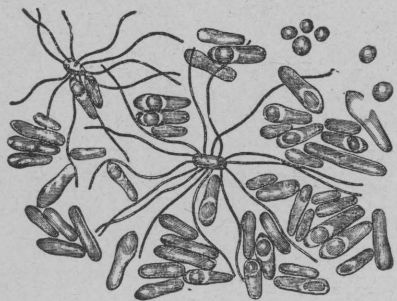


Ryc. 73. Główne rodzaje bakterii. a, *Micrococcus*; b, *Bacterium*; c, *Bacillus*; d, *Vibrio* (jeden z zarodników); e, *Spirillum*; f, *Spirillum*; g, *Spirochaeta*; h, *Calothrix*; i, *Leptothrix* (z jamy ustnej); k, m, n, dzielenie się; o, stan ruchliwy; r, jego powstawanie.



toczą, że z całego owocu pozostaje tylko nabłonek, włókna i wiązki. Czy-  
nią też nieraz spustoszenia w młodych kielkujących roślinach.

**59. Samożywne bakterie.** Siarnica (*Beggiatoa mirabilis*) jest nitkowatą  
bakterią samożywą (16), bo nie potrzebuje żadnej materii organicznej  
do swego wyżywienia, ale musi mieć w wodzie, w której żyje, siarkowodor.  
Rozkłada go bowiem i zatrzymuje z niego siarkę, która się w jej ko-



Ryc. 75. *Clostridium Pasteurianum*. Komórki tworzące zarodniki i w stanie ruchliwym (dwie z długimi rzęsami); na prawo od góry kuliste zarodniki.

mórkach gromadzi w bardzo licznych  
ziarnkach (Ryc. 76, a). Tę siarkę siarnica  
powoli utlenia i tym sposobem zdobywa  
energię potrzebną do życia. Jeśli prze-  
nieść siarnicę do czystej wody, to ona  
utraca coraz więcej zapas siarki (Ryc.  
76, b), nie mogąc go odnawiać, a skoro  
go całkiem utraci (Ryc. 76, c), umiera,  
bo niema czem oddychać.

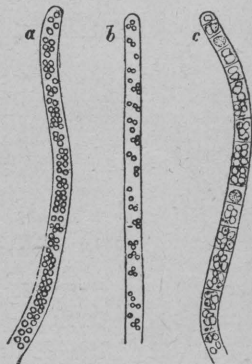
Ta samożywna bakteria różni się za-  
tem od zielonych roślin tem, że oddycha  
spalając siarkę, którą umyślnie sobie  
z siarkowodoru przyswaja, a nie czę-  
steczki węgla swej plazmy. Różni się

od nich jeszcze tem, że jej bezbarwna plazma przyswaja węgiel tak, jak  
to robią ciała zieleni w roślinach zielonych.

Poznano i inne samożywne bakterie, wszystkie przyswajają węgiel  
tylko w postaci kwasu węglowego przez  
bezbarwną plazmę, czem się różnią od samożywnych  
zielonych roślin mających w ciałkach zieleni odrębne  
narządza przyswajania węgla. Niema więc ro-  
ślin, któreby mogły przyswajać węgiel  
potrzebny do budowy cząstek plazmy  
z innego materiału jak kwas węglowy —  
o ile są samożywne, a z połączeń organicznych —  
o ile są cudzożywne.

Bakterie samożywne są bardziej samożywne  
od zielonych roślin, bo nie znoszą nawet śladów ma-  
terii organicznej, zielone zaś rośliny nie tylko je  
znoszą, ale bujniej rosną skoro mają sposobność je  
przyswajać, a nawet bywają roztoczami (126 i 128)  
lub pasorzytami (129).

**60. Wzbogacenie gleby w azot przez bakterie.** Do samożywnych bakterii  
należą też bakterie nitryfikacyjne, potrzebujące do swego rozwoju obok



Ryc. 76. Nitki z *Beggiatoa mirabilis*. a pełne ziarn siarki, b ze znikającą siarką, c bez siarki, wypełnione plazmą.

innych związków nieorganicznych amoniaku tak, jak siarnica wymaga  
obok nich siarki. Amoniak jest składnikiem stałym atmosfery, dostaje się do  
gleby z deszczem, a także przez roztocze (46) ze zwłok żywizny, Amoniak  
z obu tych źródeł zostaje przez glebę pochłonięty, a bakterie nitryfika-  
cyjne utleniają go i zamieniają na kwas azotowy. Pod wpływem tego kwasu  
węglan wapnia, tak pospolity w glebie, zamienia się na azotan wapnia.  
Skoro zaś głównem źródłem azotu wyższych roślin są właśnie azotany,  
przeto rola tych nitryfikacyjnych bakterii, żyjących w glebie, jest niez-  
miernie ważna, bo one to właśnie przygotowują coraz nowe zasoby azotu  
dla wyższych roślin.

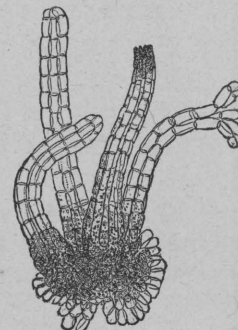
Są bakterie będące roztoczami, bo wymagające jako pokarmu materii  
organicznej w postaci cukru, ale różniące się od innych roztoczy wogóle  
tem, że mają zdolność przyswajając sobie azot nie z soli znajdujących się  
w ziemi, jak rośliny zielone, ale wprost z atmosfery. Takie bakterie spo-  
tykają się w glebie, wodzie słodkiej (Ryc. 75) i morskiej, współżyjące (49)  
z glonami, którym zabierają cukier.

Należą do nich i bakterie, które wchodzą w symbiozę (Ryc. 209, 210)  
z korzeniami roślin motylkowatych, tworząc na nich małe brodaweczki,  
w których się rozwijają. Podczas rozwoju biorą cukier z korzeni tych  
roślin, a następnie zostają częściowo przez te prątkożywne (127) ro-  
śliny strawione, dostarczając im azotu.

Gleba zatem wzbogaca się w azot raz przez procesy żywotne bak-  
terii nitryfikacyjnych a powtórę przez takie roztocze, które mają zdolność  
przyswajania sobie azotu wprost z atmosfery.

## Rodniowce, Archegoniatae, Archegoniaten.

**61. Cechy.** Wszystkie dotąd opisane rośliny, jeżeli  
posiadały narzędzia rozmnażania, to narzędzia te były  
jednokomórkowe. Narzędzia rozmnażania rodniow-  
ców, w których powstają plemniki i jaja, są wielo-  
komórkowe; nazywają się one plemniami i rod-  
niami. Rodnie najczęściej mają postać baniek z szyjką  
prostą, utworzoną przez cztery szeregi komórek  
(Ryc. 77). Z zespolenia plemnika i jaja powstaje siemię  
od razu się rozwijające. Nie powstaje z niego nigdy  
taka sama postać rośliny jak ta, na której stały rodnie  
i plemniki, tylko odmienna, tworząca drugie pokolenie  
zmienne — wydające zarodnie.



Ryc. 77. Cztery rodnie wątrobowca *Pellia epiphylla*, jedna z otwartą szyjką.

Rodniowce są więc dwupostaciowe rośliny, pod tym względem jeszcze szczególne, że te dwa pokolenia zmienne, zawsze muszą po sobie kolejno następować. Jedno pokolenie zmienne jest zarodnikonośne, drugie jajonośne.

Dzielią się na dwie gromady: mszaków i paprotników. U mszaków roślina, która ma charakterystyczną postać zajmującą się przyswajaniem pokarmu, wydaje rodnie i plemnie, czyli jest pokoleniem jajonośnym; przeciwnie u paprotników jest zarodnikonośnym, a zaś rodnie stoją na pokoleniu plechowatym, niepozornym i krótkiego trwania.

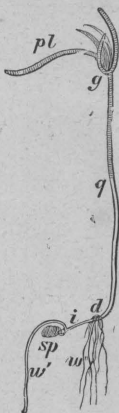
Są rodniowce skrętoszyjne bez zmiany pokoleń, któ-

Ryc. 78. Ramienica (*Chara fragilis*). A gałązka rośliny; B węzeł z liśćmi  $\beta$ ,  $\beta'$ ,  $\beta''$ , z plemnią  $a$ , z rodnią  $c$ ; C tarcza plemni z nitkami; D nitka z powstającymi plemnikami; E plemniki.

rych rodnie utworzone są przez pięć szeregów komórek śrubowato skręconych; nazywają się one ramienicami (Ryc. 78).

## Ramienice, Characeae, Armleuchtergewächse.

62. Ramienice rosną w wodach słodkich lub słonych; mają pędy wyprostowane i okółkowo rozgałęzione (Ryc. 78, A). Obok rozgałęzień stoją narzędzia rozmnażania (Ryc. 78, B) plemnie i rodnie. Plemniki są kuliste, czerwone, złożone z tarcz, na których wewnętrznej stronie stoją nitki wielokomórkowe (Ryc. 78, C), w których powstają plemniki (Ryc. 78, D i E). Rodnie różnią się od łęgni tem, że są wielokomórkowe, mają ściany utworzone z pięciu szeregów komórek śrubowato skręconych, zrosłych górą



Ryc. 79. Kielkowanie ramienicy.

w tak zwaną koronkę (Ryc. 78, B, c). Pod koronką jest pięć szpar, przez które plemniki mogą się dostać do jaja. Z jaja powstaje siemię, przechodzące w stan spoczynku. Podczas kielkowania (Ryc. 79) siemię wydaje rozgałęzione pędy.

Komórki ramienic są bardzo wielkie, widać w nich łatwo krążenie plazmy. Ściany komórek są pospolicie zwapnione, wskutek czego rośliny te są kruche.

## Mszaki, Bryophyta, Bryophyten.

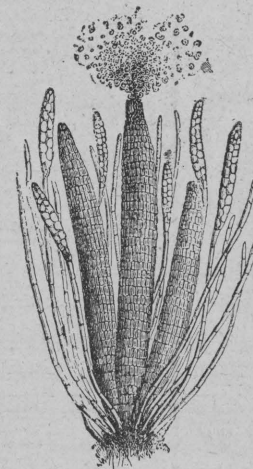
63. Cechy i podział. Są to rośliny bądź plechowate (Ryc. 82 A), bądź mające liściaste pędy, ale nie mające korzeni. Dzielią się na dwie klasy: wątrobowców i mchów. Ich rodnie mają długą szyjkę (Ryc. 79), plemniki zaś mają postać



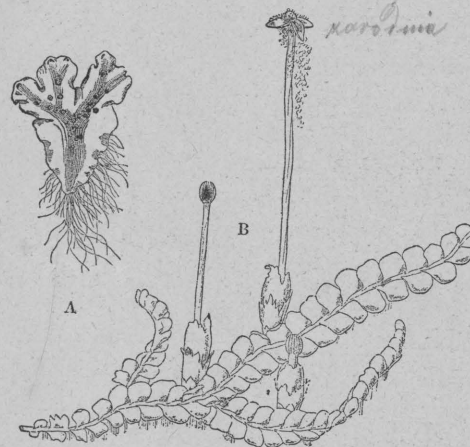
Ryc. 81. Plemniki mchu.

długich worków (Ryc. 80). Plemniki są wypełnione kulistymi komórkami; z każdej z nich wychodzi nitkowaty plemnik skręcony, z dwiema rzęskami na szyjce (Ryc. 81).

Mszaki rosną rzadko w wodzie, zwykle porastają ziemię, korę drzew i skały, zachodząc aż pod szczyty Alp, niżej jednak od gór i porostów. Stanowią z porostami główną roślinność północnych okolic świata.



Ryc. 80. Plemniki mchów, z jednej wydostają się plemniki; między plemniami wstawki.



Ryc. 82. Wątrobowce. A plecha z *Pellia epiphylla* na powierzchni kuliste plemniki, dołem chwytaki; B wątrobowiec liściasty *Chiloscyphus polyanthos* owocujący, jedna z puszek pęknięta na 4 łupiny.

Z jaja powstaje zarodnia, zwykle trzoneczkowata i pękająca podłużnymi szparami na cztery łupiny (Ryc. 82). W zarodni oprócz zarodników znajdują się

## Wątrobowce, Hepaticae, Lebermoose.

64. Wątrobowce bywają plechowate albo mają ulistnione pędy, zwykle przylegające do podłoża i przyrośnięte do niego zapomocą chwytaków (Ryc. 82). Liście wątrobowców nie mają nerwów.



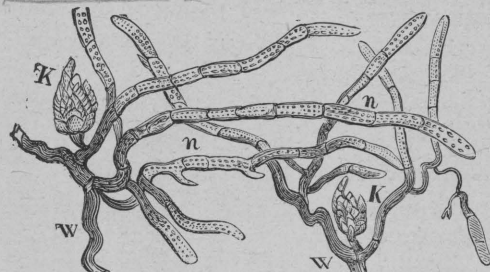


Ryc. 83. Sprężyca, obok której leży kilka zarodników.

sprężyce, komórki wrzecionowate (Ryc. 83), które służą do rozpraszania zarodników.

## Mchy, Musci, Laubmoose.

**65. Splątek i pędy.** Zarodnik mchów wyrasta w wielokomórkowe, zielone nitki, których poprzeczne ściany są skośne (Ryc. 84, n). Nitki te



Ryc. 84. Splątek mchu.

rozgałęziają się, rosną na powierzchni ziemi i rozchodzą się w głębi gleby, tworząc pilśń zwaną splątkiem (*protonema*).

Z takiego splątka powstają pędy mchu, zróżnione na lodygę i liście (Ryc. 84, k).

Pędy mchów wyjątkowo są nierozgałęzione (Ryc. 90), pospolicie

rozgałęziają się (Ryc. 85—87) przez powstanie bocznych pędów, tworzących się na lodydze poniżej nasady liści. Liście mchów są skrętoległe, stoją na lodydze tak, że linia łącząca nasady coraz wyżej stojących liści, tworzy wężownicę wkoło lodygi obiegającą.

Lodyga pędu jest wielokomórkowa. Jej tkanka jest zróżniona na korę zewnętrzną o komórkach grubościennych i rdzeń o komórkach cienkościennych. U niektórych mchów z bardzo grubą lodygą wyróżnia się jeszcze w samym jej środku wiązka komórek bardzo drobnych, przewo-



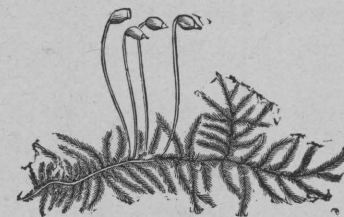
Ryc. 85. *Mnium undulatum*.



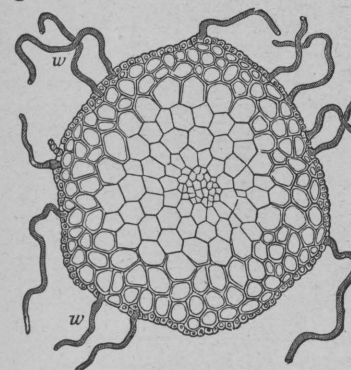
Ryc. 86. *Sphagnum cymbifolium*.

zających wodę (Ryc. 88). Liście są blaszkami i składają się z jednej tylko warstwy komórek, ale mają nerw środkiem liścia przebiegający.

**66. Ruch gałeczek zieleni pod wpływem światła.** W komórkach liści mchów ciałka zieleni mają postać małych, nieco przyplaszczonych gałeczek (Ryc. 89). Na świetle zbierają się one na górnej i dolnej ścianie komórki, t. j. na stronach zwróconych do obu powierzchni liścia. Jeżeli liść zostanie w dzień przeniesiony do ciemności, to — podobnie jak w nocy — plazma przenosi wszystkie gałeczki zieleni na boczne ściany (Ryc. 89) tak, że niema ani jednej gałeczki na górnej i dolnej ścianie komórki. Podobnie się

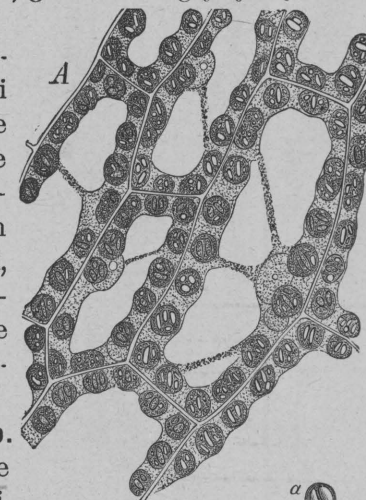


Ryc. 87. *Hypnum splendens*.



Ryc. 88. Przecięcie lodyżki mchu, z której wyrastają chwytyniki w.

też dzieje, jeżeli na roślinę świeci bardzo silne słońce. Oczywiście zielen na silnym słońcu mogłaby się spieć, gałeczki mogłyby się uszkodzić — to też plazma sprowadza je na boki komórek, gdzie im słońce nie może tak dopiekać. Ruch ten gałeczek zieleni, zależny od światła, występuje

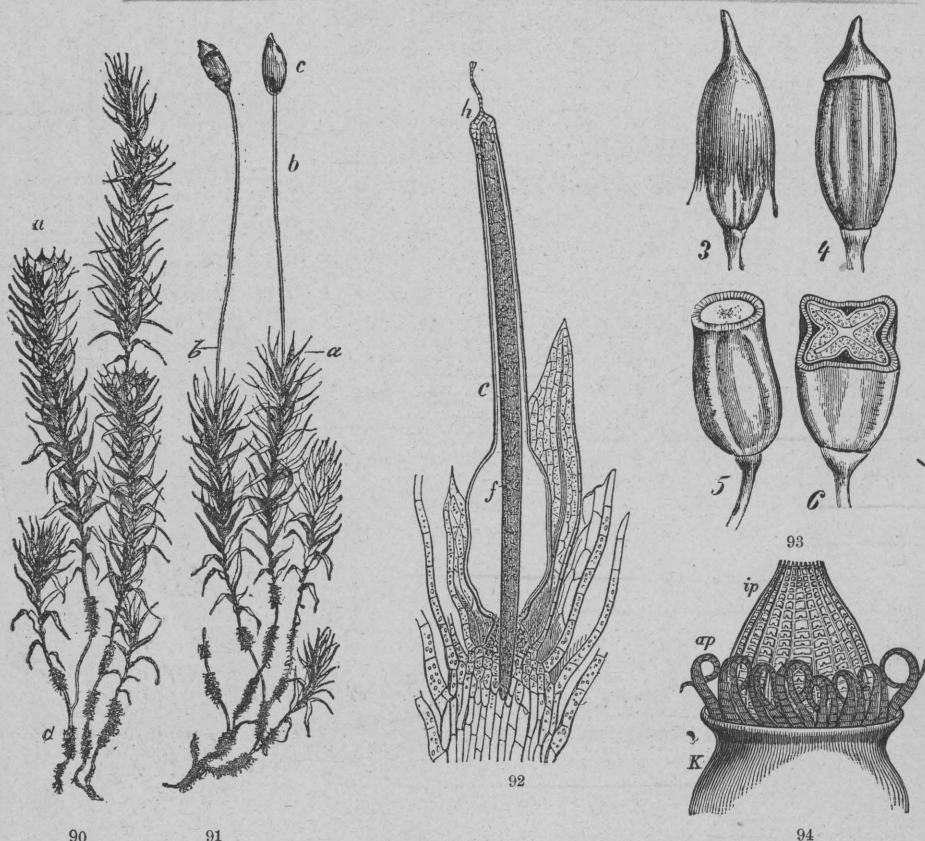


u wszystkich innych wyższych roślin, o których będzie jeszcze mowa.

**67. Rozwój pokolenia zarodnikonośnego.** Na końcach pędów (Ryc. 90, 91), otoczone szczególnymi liśćmi, nieraz zabarwionymi, stoją rodnie i plemnice. Między nimi znajdują się wstawki, nitki wielokomórkowe (Ryc. 80). Skoro kropla wody zwilży narzędzia rozmnażania, a oswobodzone plemniki dostaną się za pośrednictwem wody, przez szyję rodni, do jej wnętrza — tam zespółą się z jajami i tak powstanie siemię, to zaczyna się ono zaraz rozrastać. Dolna część siemienia przebija dno rodni i wrasta ssawką w lodygę mchu, czerpiąc z niej pokarm — tak jakby było pasorzytem — a górna dzieli się na komórki, tworząc wałeczek, który rozrywa rodnię mniej więcej w połowie bańki wraz z szyją i unosi w górę (Ryc. 92).

Ryc. 89. A komórki liścia z plazmą i gałeczkami zieleni; B gałeczki zieleni, widac w nich skrobię, b' gałeczka dzieląca się.

Skoro waleczek dość się wydłuży, górna jego część, rozrastając się coraz więcej, grubieje i zamienia się na zarodnię. Ta zarodnia pokryta jest zawsze czepkiem (Ryc. 93, 3), t. j. zeszlą resztą rodni uniesioną w górę (Ryc. 92). Zarodnia mchów najczęściej tworzy puszkę otwierającą się



Ryc. 90 i 91. Polytrichum commune — płonnik. — Ryc. 90, roślina męska zakończona plemnikami *a*, *d* chwytaki. — Ryc. 91, roślina żeńska; *a* miejsca, gdzie stały rodnie, *b* szypułka zarodni okrytej czepkiem.

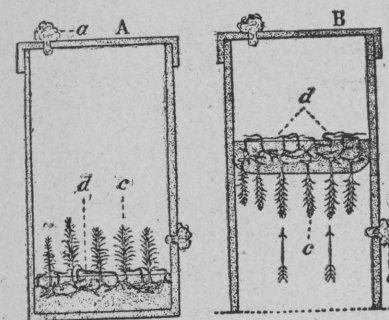
Ryc. 92. Podłużne przecięcie wierzchołka pędu, na którym stała rodnia; powstałe w niej siemię rozwija się w zarodnię *f*, która ssawką tkwi w lodydze, a drugim końcem uniosła szyję rodni *c* na sam szczyt *h*.

Ryc. 93. Polytrichum commune. 3 puszka okryta czepkiem; 4 puszka bez czepka zamknięta wieczkiem; 5 puszka bez wieczka; 6 puszka przekrojona.

Ryc. 94. Fontinalis. Kraj zarodni *K* z dwoma szeregami ząbków: *ap* i *ip*.

wieczkiem (Ryc. 93, 4), które po dojrzeniu odpada (Ryc. 93, 5). Gładki kraj puszki po odpadnięciu wieczka zamknięty jest wyrostkami (Ryc. 93, 5), mającymi postać ząbków lub rżes wytwornej nieraz postaci (Ryc. 94).

**68. Wpływ światła.** Pędy mchów rosną pionowo w górę pod wpływem ciężaru ziemi. Ale na ten ich kierunek działa także światło i ma nawet



Ryc. 95. Hodowla mchu (Polytrichum) na glinie; *c* pędy; *d* chwytaki; *a*, *b* wata przepuszczająca powietrze. Naczynie *A* trzymane było w ciemności, naczynie *B* było oświetlone (zapomocą zwierciadła) od dołu. Wpływ światła przeważa nad wpływem ciężenia i dlatego pędy w naczyniu *B* rosną na dół.

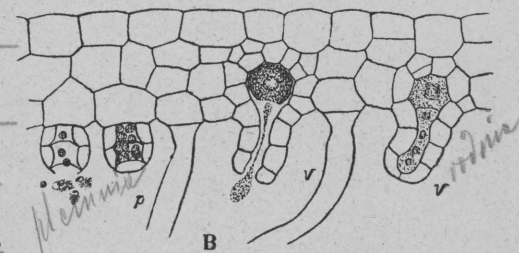
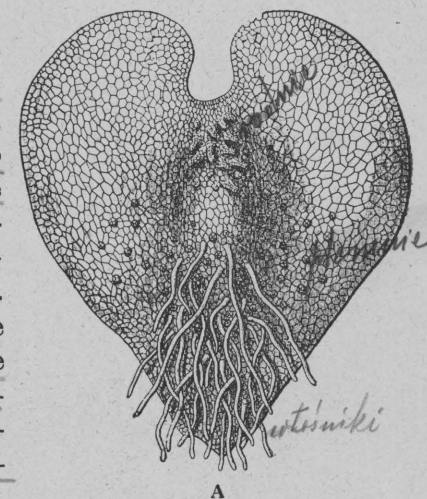
watemi komórkami z rżeskami na skrętach. Z jaja, znajdującego się na dnie rodni, po zespoleniu się go z plemnikiem, powstaje siemię, które niebawem zaczyna się rozwijać, czerpie pokarm z przedrośla i wyrasta w zarodnikonośną roślinę (Ryc. 97). Roślina ta nietylko ma pędy ale posiada korzenie tak jak wyższe rośliny. Jej ciało składa się też z różnych tkanek podobnie jak ciało roślin nasiennych i pod tym względem paprotniki należą już do roślin wyższych zwanych naczyniowcami. Roślina zarodnikonośna paprotników, wręcz przeciwnie jak u mszaków, może trwać lata całe i wydaje co rok zarodnie, wielokomórkowe worki, wypełnione zarodnikami, które kielkując — wyrastają w plechowate przedrośla.

Są paprotniki jednako zarodnikowe (*isosporeae*), których zarodniki nie są zróżnione i różnozarodnikowe (*heterosporeae*).

przewagę nad wpływem ciężenia, bo jeżeli rosnący mech oświetlimy z dołu, to pędy jego będą rosnać w kierunku dochodzącego światła a więc na dół (Ryc. 95).

## Paprotniki, Pteridophyta, Filicineen.

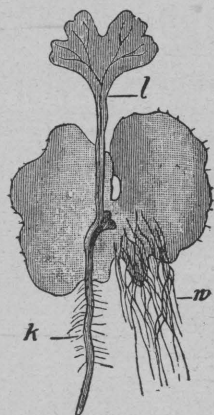
**69. Cechy i podział.** Na przedroślu paprotników znajdują się rodnie z krótką szyją (Ryc. 96, B, *r*) i plemnie postaci baniek (Ryc. 96, B, *p*). Plemniki są węzownicowatymi komórkami z rżeskami na skrętach.



Ryc. 96. Przedrośle paproci. *A* całe; od góry rodnie, od dołu włókniki, między nimi i z obu stron plemnie. *B* przecięcie podłużne przedrośla; *p* plemnica cała, obok otwarta, z której wychodzą plemniki; *r*, *r* rodnie, jedna cała, druga otwarta.



Tych zarodniki większe czyli makrospory rozwijając się, tworzą na przedroślach tylko rodnie, a zarodniki mniejsze, zwane mikrosporami, wydają na przedroślach z nich powstałych tylko plemn timer.



Ryc. 97. Kielkująca paproć (*Aspidium filix mas.*). K, pierwszy korzeń; l, pierwszy liść; w, włókienki przedrośla.

Paprotniki dzielą się na trzy klasy: paproci, skrzypów i widłaków. W każdej z tych klas można odróżnić jednako- i różnozarodnikowe. Skrzypy różnozarodnikowe całkiem już wymarły, ich szczątki znajdują się w pokładach węgla kamiennego (Ryc. 413).

### Paprocie, Filices, Laubfarne, jako przykład jednakozarodnikowych.

70. Pokolenie zarodnikonośne. Paprocie są bądź bylinami, jak n. p. paprotka (Ryc. 98), języcznica (Ryc. 99), podejrzon (Ryc. 100), których kłącza są ukryte w ziemi albo pełzają po jej powierzchni, bądź — w cieplejszych klimatach — wyrastają w drzewka o pniu nierozgałęzionym czyli o tak zwanej kłodzinie. Ich liście odznaczają się nerwacją złożoną z oczek o liniach prostych



98



99



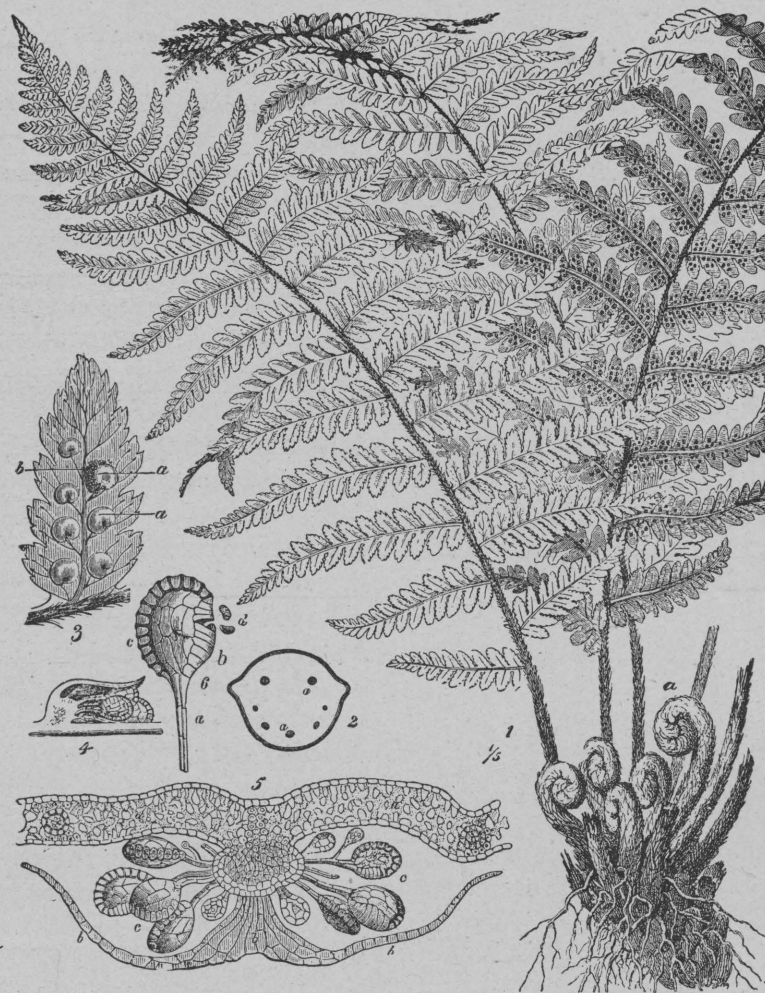
100

Ryc. 98. Paprotka (*Polypodium vulgare*). — Ryc. 99. Języcznica (*Scolopendrium officinale*).

Ryc. 100. Podejrzon (*Botrichium*), ma obok zielonych liści osobne wyłącznie zarodnikonośne.

i kolistych (80), mają tylko gąbczasty miękisz (166), a w nerwach wiązki współśrodkowe (115). Liście rozwijają się szczególnie, każda bowiem

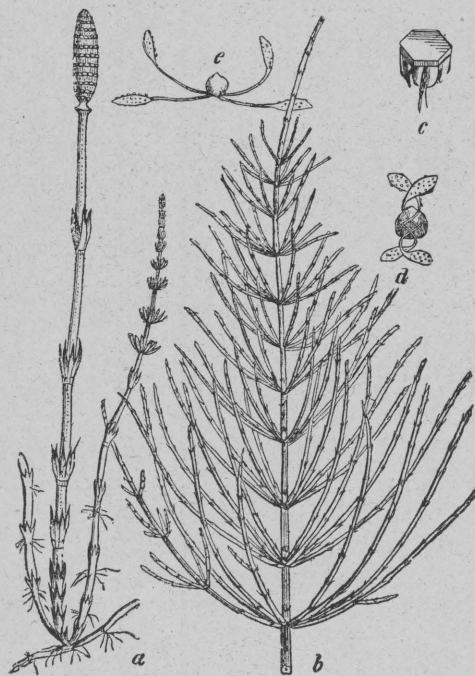
połowa blaszki jest tutkowato zwinięta ku środkowi liścia, a obie te tutki skrócone są na sobie ślimakowato (Ryc. 101, 1, a). Skoro liść zaczyna się z pączka rozwijać, wygląda wskutek tego jak pastorał. Zazwyczaj każdy



Ryc. 101. Zanakcica, *Aspidium filix mas.* 1. Kłącze z kilkoma liśćmi rozwiniętymi, jeden od spodniej strony z kupkami, dolne liście w przedlistniu ślimakowatym; 2. przecięcie kłącza, na którym widać wiązki a; 3. kawałek liścia z kupkami b, okrytymi osłonką a; 4. kupka przecięta podłużnie; 5. kupka przecięta poprzecznie, a liść, b osłonka, c zarodnie; 6. jedna zarodnia, a trzonek, c pierścień, d zarodniki.

liść, skoro się rozwinię, wydaje na dolnej powierzchni albo na kraju zarodnie. Są jednak paprocie, które mają osobne liście, służące do asymilacji, a osobne zarodnikonośne (Ryc. 100).

**71. Zarodnie.** Zarodnie paproci stoją w małych kupkach (*Sori*) (Ryc. 101, 3, 4, 5) zwykle brunatnych, nagich lub okrytych (Ryc. 101, 3, 4, 5) delikatną osłonką (*indusium*). Są to worki zwykle trzoneczkowate, o ścianach



Ryc. 102. Skrzyp (*Equisetum arvense*); *a* pędy zarodnikonośne; *b* pędy przyswajające; *c* tarczowaty liść z kłosa z zarodnikami workowatymi na spodniej stronie; *d*, *e* zarodniki.

i żeby plemniki zapomocą wody dostały się do rodni. Po zespoleniu się plemnika z jajem zaczyna ono niebawem rozwijać się w pokolenie zarodnikonośne (Ryc. 97).

### Skrzypy, Equiseta, Schachtelhalme.

**73. Cechy.** Skrzypy, do których należy rodzaj skrzyp (*Equisetum*), mają pędy okółkowo ulistnione. Drobne ich liście są w każdym okółku z sobą zrosnięte i otaczają pochwiasto międzywęźle. Skrzypy mogą się rozgałęziać i tworzą zwykle na wierzchołku pędów kłos z liśćmi zarodnikonośnymi. Są jednak takie, których pędy rozgałęzione zajmują się przyswajaniem a osobne nierozgałęzione, z brunatnymi liśćmi, wydają zarodniki (Ryc. 102, *a*, *b*). Kłos wierzchołkowy składa się z liści tarczowatych, przyrosłych trzonkiem do łodygi, mających na spodniej

wielokomórkowych (Ryc. 101, 6). Jeden szereg komórek na zarodni, tak zwany pierścień, ma komórki o ścianach grubych i ten zrywając się, rozrywa cienką zresztą ścianę zarodni, przez co zarodniki zostają rozrzucone. U naszych paproci, należących przeważnie do rodziny paprotek (*Polypodiaceae*), pierścień przebiega na zarodni od nóżki przez szczyt po południku (Ryc. 101, 6).

**72. Przedrośle.** Przedrośle, wystające z zarodnika, wygląda jak plecha wątrobowców (64), jest małym, serduszkowatym, zielonym płatkim (Ryc. 96), przyrastającym do ziemi zapomocą chwytników. Na spodniej stronie przedrośla powstają liczne plemniki (Ryc. 96, A), a pod serduszkowatym zagłębieniem nieliczne rodnie (Ryc. 96, A). Kropla wody, dostawszy się pod przedrośle, wystarcza, żeby rodnie i plemniki się otwarły (Ryc. 96, B)

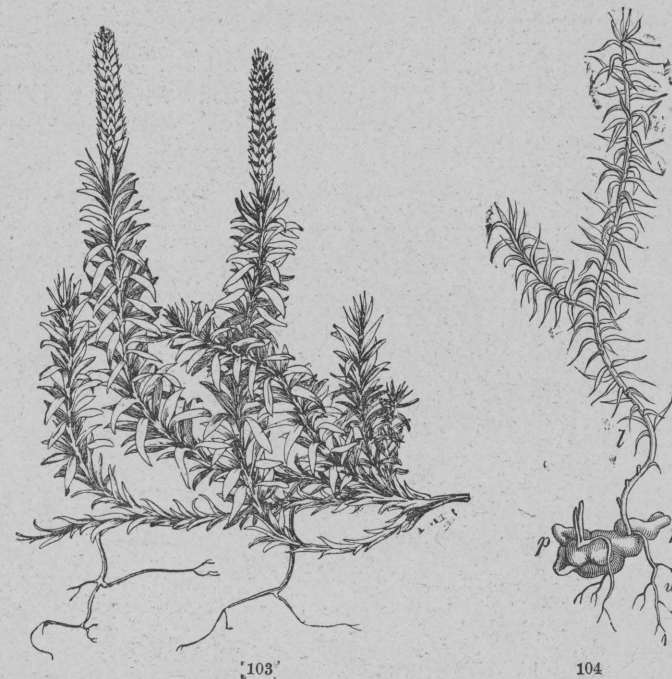
stronie worki (Ryc. 102, *c*) z zarodnikami (Ryc. 102, *d*, *e*). Zarodniki oprócz błony, która je okrywa, mają cztery błoniaste wstęgi, przyrośnięte w jednym punkcie. Wstęgi te pod wpływem wilgoci rozkręcają się lub skręcają, a zaczepiając się między sobą, tworzą kłaczki licznych zarodników, które wiatr łatwo unosi i rozsiewa.

Przedrośla skrzypów są zielone, plechowate, jedne — tylko z rodniami, drugie — tylko z plemniami.

### Widlaki, Lycopodia, Bärlappe.

**74. Cechy.** Pędy i korzenie widlaków rozgałęziają się przez rozwidlanie. Widlaki mają liście skrętogle, jak paprocie, ale drobne, łuskowate i tak gęsto stojące, że zakrywają całkiem łodygi. Zarodnie są nerkowate, stoją w kątach liści zebranych w kłosa wierzchołkowe (Ryc. 103).

Przedrośla widlaków są albo zielone albo powstają pod ziemią i tworzą małe, nieregularne, białawe ciała, karmiące się grzybożywnie. Z przedrośli wyrasta znów liściasta roślina (Ryc. 104).



Ryc. 103. Widlak (*Lycopodium annotinum*) z kłosami zarodnikonośnymi. Ryc. 104. Widlak (*Lycopodium annotinum*); *p p* przedrośle, *l* pęd z niego wyrastający, *w* korzenie.

### Rozpłaszczki, Selaginellae, Selaginellen,

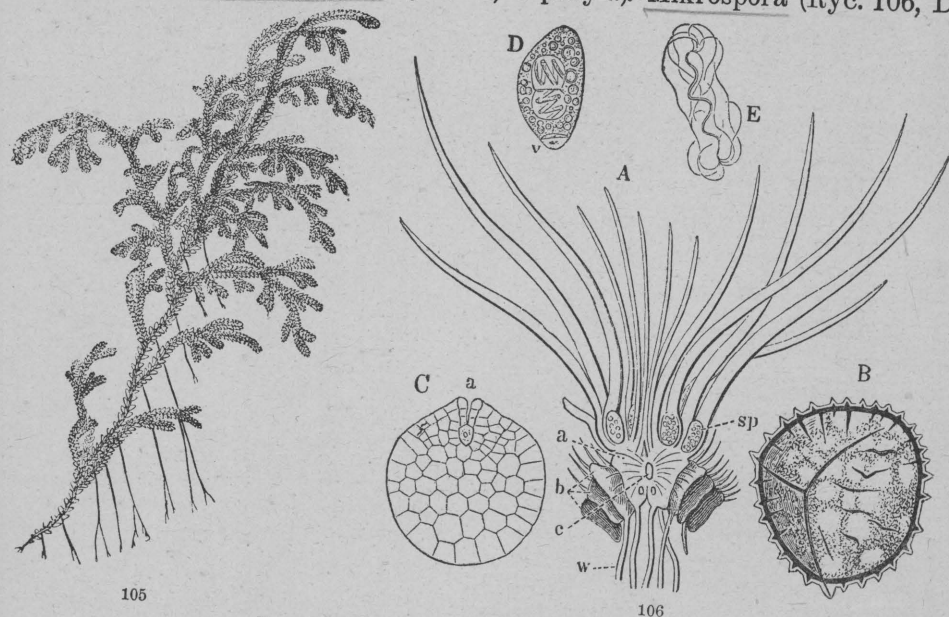
jako przykład różnozarodnikowych.

**75. Pokolenie zarodnikonośne.** Rozpłaszczki są różnozarodnikowymi widlakami, należą do nich dwa tylko rodzaje: *rypina* (*Isoetes*) i *rozpłaszczka* (*Selaginella*) (Ryc. 105). Rypina (Ryc. 106) wygląda jak niekwitnący szczypiór, rozpłaszczka (Ryc. 105) ma pędy rozwidlające się, o płasko rozłożonych liściach, jak liściaste wątrobowce (Ryc. 82, B). Ich zarodnie stoją, jak u widlaków wogóle, w kątach liści (Ryc. 106, *sp*), ale jedne



z nich zawierają w zarodniach zielone duże makrospory (Ryc. 107, B. po prawej stronie kłosa), to są makrosporangia, drugie zaś, tak zwane mikrosporangia, zawierają liczne, ale daleko drobniejsze mikrospory (Ryc. 107, B. po lewej stronie kłosa).

76. Skrócony rozwój pokolenia jajonośnego. U rypiny skoro makrospora dostanie się do wody, zaczyna się rozwijać. Jej ściana pęka na szczycie i odsłania wewnątrz (Ryc. 106, C) tkankę przedrośla, w której znajdują się całkiem pogrążone rodnie (Ryc. 106, C przy a). Mikrospora (Ryc. 106, D)



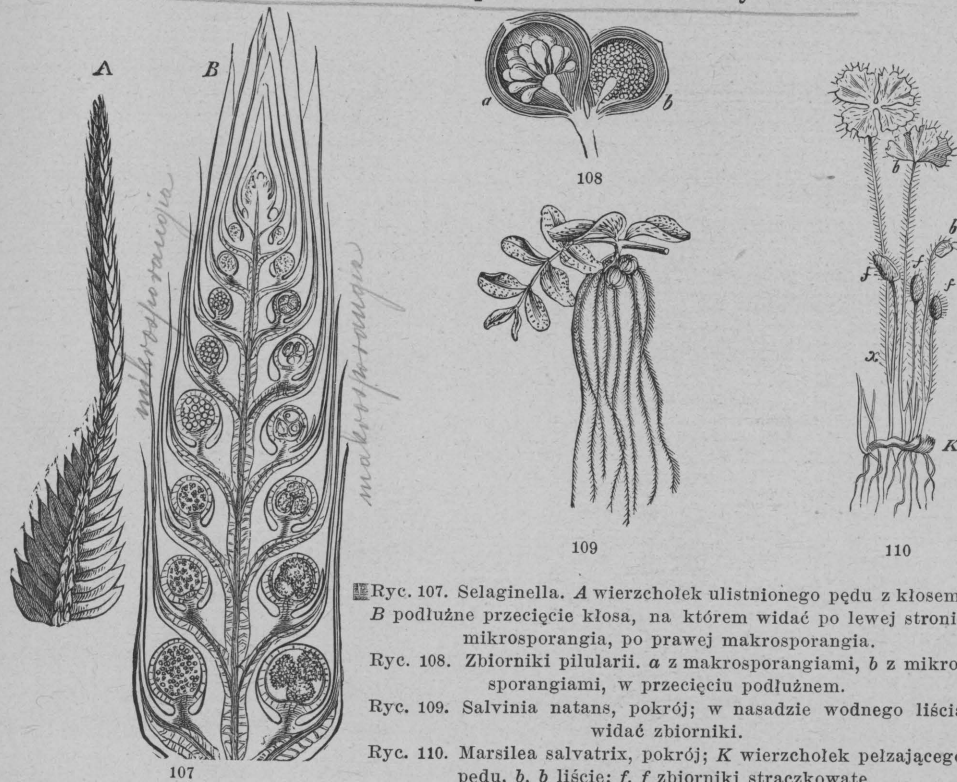
Ryc. 105. *Selaginella cernua*, pokrój rośliny.

Ryc. 106. *Isoetes lacustris*. A przecięcie podłużne rośliny, a, b, c lodyga, w korzenie, sp zarodnie w nasadzie liści; B makrospora silniej powiększona; C przekrój makrospory bez ściany, na szczycie przedrośle i w niem rodnie a; D kielkująca mikrospora bez ściany, w niej na dole szczątkowe przedrośle v i tworzące się dwie komórki macierzyste plemników; E plemnik.

dzieli się na dwie części, jedna, z kilku komórek złożona, tworzy zani-kowe przedrośle (Ryc. 106, D przy v), a druga większa tworzy plemnię, w której powstają plemniki (Ryc. 106, E).

U paprotników jednakozarodnikowych zarodnie otwierają się, wypa-dają z nich zarodniki, a z zarodników powstają osobne plechowate ro-słinki — przedrośla. Patrząc na przedrośla nie można się, bez doświad-czenia, domyślić, że one są w jakimś związku z pokoleniem zarodniko-nośnem. Oba te pokolenia w czasie kolejnego rozwoju są ściśle od siebie odgraniczone, oba stanowią osobne rośliny. Inaczej jest u paprotników różnozarodnikowych. Tu, skoro makro- i mikrospory spadną na ziemię,

w ich wnętrzu tworzą się przedrośla, są małe, nigdy z nich na ze-wnątrz nie wychodzą, wskutek czego rozwój pokolenia jajonośnego jest skrócony i granica między oboma pokoleniami nieco się zaciera.



Ryc. 107. *Selaginella*. A wierzchołek ulistnionego pędu z kłosem; B podłużne przecięcie kłosa, na którym widać po lewej stronie mikrosporangia, po prawej makrosporangia.

Ryc. 108. Zbiorniki pilularii. a z makrosporangiami, b z mikrosporangiami, w przecięciu podłużnym.

Ryc. 109. *Salvinia natans*, pokrój; w nasadzie wodnego liścia widać zbiorniki.

Ryc. 110. *Marsilea salatrix*, pokrój; K wierzchołek pelzającego pędu, b, b liście; f, f zbiorniki strączkowate.

77. Dzierzgi. Są i paprocie różnozarodnikowe, nazywają się dzierzgi (*Hydropterides*). Należy tu salwinia, paproć pływająca po powierzchni wody (Ryc. 109) niemająca korzeni, zastępują je liście wodne złożone z samych nerwów. Marsylia ma pędy pelzające, liście do czworolistnej koniczyny podobne (Ryc. 110). W zbiornikach dzierzg znajdują się makro- i mikrosporangia (Ryc. 108).

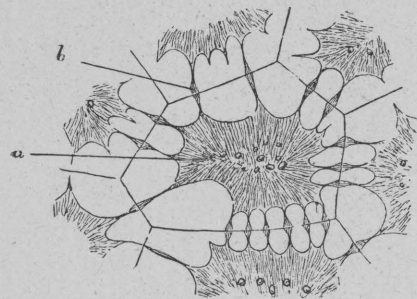
## CZEŚĆ II.

### Budowa i czynności roślin naczyniowych.

78. Różnica od niższych. Niższe rośliny są zazwyczaj plechowate i za-pomocą całej plechy (wstęznica, śluzowce, grzyby) pobierają pokarm.

Niekiedy ciało ich jest zróżnione na ulistnione pędy i chwytniki (pelzatka, mchy), ale korzeni takich, jak wyższe rośliny, zaczynając od paproci (69), nie posiadają. Jeżeli ciało niższych roślin jest wielokomórkowe, to komórki te zwykle niczem się od siebie nie różnią, albo tylko nieznacznie, jak n. p. w lodygach mchów.

Paprotniki, i rośliny nasienne mają zazwyczaj ciało rozczłonkowane na pędy ulistnione i korzenie — okryte czapeczką, posiadające osobne narzędzia, służące do pobierania pokarmu, zwane włosnikami. Ciało ich zawsze wielokomórkowe, nie jest jednorodnym miększem, ale możemy tu rozróżnić odrębne tkanki, to jest skupienia komórek, do jednego celu służących i dlatego podobnie zbudowanych.



Ryc. 111. a protoplazma komórek, b jej spoidła (z bielma palmy).

Dla tak wielkich roślin szkielet, utworzony przez napięcie błon pojedynczych komórek (7), który wystarcza niższym roślinom, jest niewystarczający. Rośliny wyższe posiadają więc osobne tkanki szkieletu.

Narzędzia pobierające sole mineralne (włosniki) i przyswajające węgiel (liście), znajdują się u nich nieraz w tak znacznych odległościach i są oddzielone przez takie miliony komórek, że przechodzenie pokarmów przez nie w obie strony byłoby niezmiernie utrudnione. To też znajdujemy u wyższych roślin osobne tkanki, zajmujące się tą pracą, to jest wiązki naczyniowe i wiązki sitkowe. Pierwsze przeprowadzają bezpośrednio wodę od korzeni do liści, drugie przewodzą pokarm wyrobiony w liściach do wszystkich części ciała.

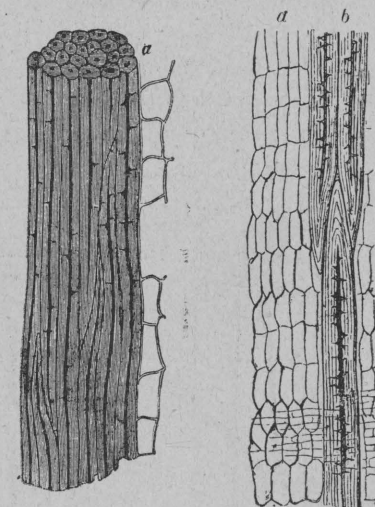
Ciało tak wielkie byłoby też narażone na zbytnią utratę wody, gdyby nie było powleczone osobną tkanką, która je od tego chroni i nazywa się naskórkiem.

Plazma wszystkich żywych komórek rośliny, chociaż oddzielona ścianami, łączy się w jedno ciało zapomocą spoidła, to jest cieniutkich połączeń plazmatycznych (Ryc. 111), przechodzących wskrós ścian. Wskutek tego nie tylko każda tkanka spełnia właściwe sobie zadanie, ale żywe komórki całego ciała rośliny mogą wzajemnie na siebie oddziaływać i wspólnie starać się o utrzymanie rośliny przy życiu.

## 1. Budowa.

79. Skład szkieletu. Szkielet wyższych roślin utkany jest pospolicie z włókien (Ryc. 112 i 113) zdrewniałych, długich, zaokrąglonych, zachodzących końcami między sąsiednie tak, że tworzą ścisłą tkankę, mającą najczęściej postać rur — ukrywających w swym wnętrzu wiązki (Ryc. 114, 115). Tym sposobem bardzo delikatne tkanki wiązek sitkowych ochronione są od zgniecenia, a co ważniejsze, przez takie ułożenie włókien w rury, materiał szkieletowy staje się najodporniejszy przeciw wszelkiego rodzaju zgięciom, na które zwłaszcza nadziemne części roślin bezustannie są narażone przez ruch powietrza. Że tak jest, uczy mechanika, a sprawdza się przez proste doświadczenie; bo jeżeli weźmiemy rurkę szklaną i przecik szklany tej samej długości i wagi, to przecik gięty pęka z łatwością, a rurki bez znacniejszego wysiłku złamać nie można.

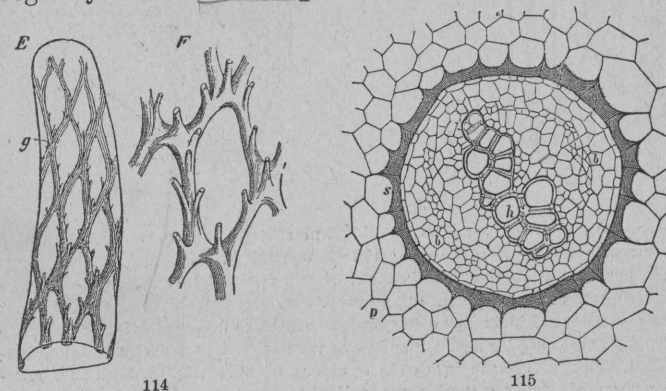
Szkielet roślin jest nie tylko przez złożenie w rury najodporniejszy na zgięcia i złamanie, ale i przez materiał, z którego się składa. Włókna bowiem roślinne są tak wytrzymałe na rozerwanie,



Ryc. 112. Pęczek włókien a, obok komórki miększu.

Ryc. 113. Przecięcie podłużne przez komórki miększu a i włókna b; na dole widać wpoprzek przebiegający promień rdzenny.

jak kute żelazo, a co ważniejsze, są od niego sprężystsze, są tak sprężyste, jak stal. Pęczek włókien, mający w przecięciu 1 milimetr, obciążony 15 do 20 kilogramami, wydłuża się, a po zdjęciu ciężaru znów wraca do pierwotnej długości. Tylko wskutek takich własności włókien

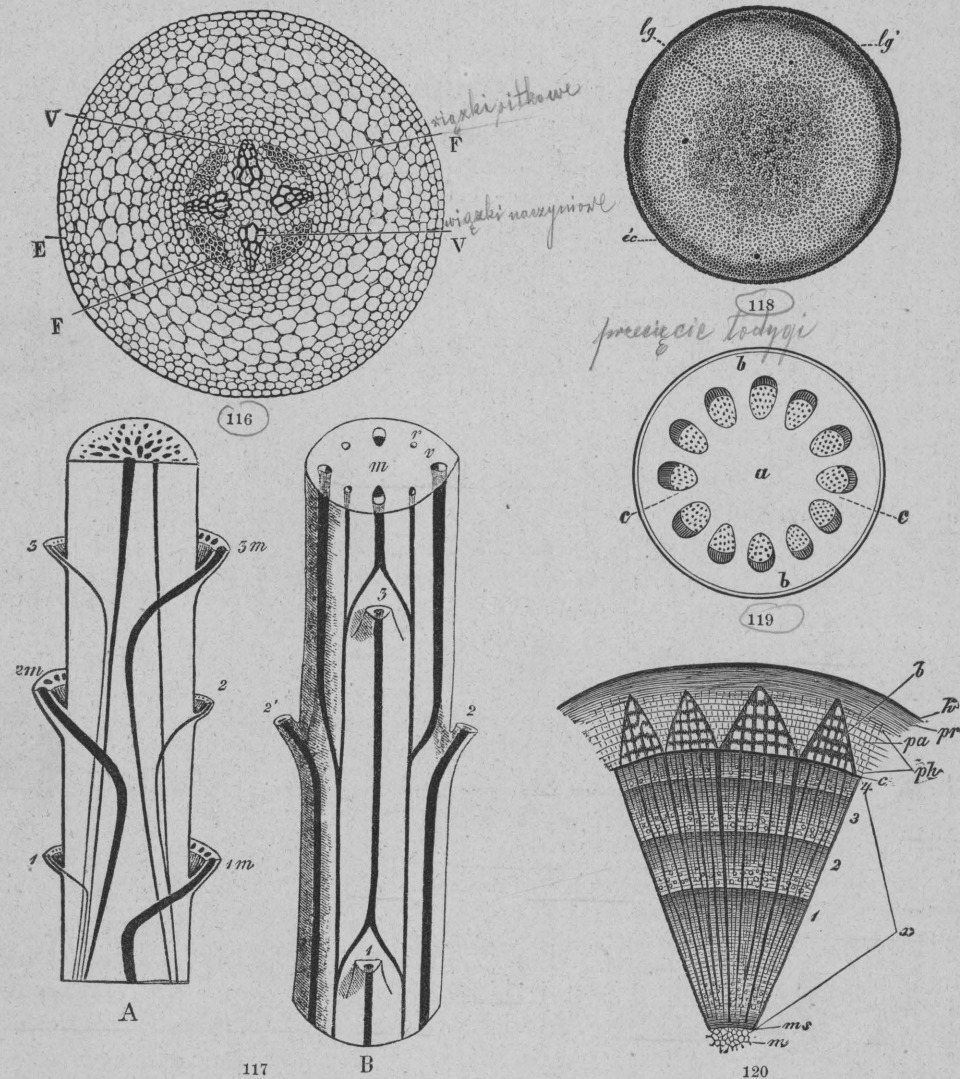


Ryc. 114. E rury szkieletowe w lodydze paproci, połączone sieciowo. F kawałek tej sieci silniej powiększony; widać przycięte rozgałęzienia szkieletu lodygi wchodzące do liści.

Ryc. 115. Rura szkieletu s paproci przecięta poprzecznie, ukrywająca w swym wnętrzu wiązki. W środku wiązka naczyniowa h, a wokół niej sitkowa b.



*przecięcie korzenia*



Ryc. 116. Przecięcie poprzeczne młodego korzenia. Pod naskórką *E* widać korę, w środku walec środkowy z wiązkami naczyniowymi *V* i sitkowymi *F*.

Ryc. 117. Schematyczny rysunek przebiegu wiązek w łodygach. *A* u jednoliściennych, gdzie łodyga jest przepołowiona, *B* u dwuliściennych (z *Cerastium*), gdzie rzecz przedstawiona tak, że kora jest zdjeta, a łodyga jakby była przezroczysta. Liście są tu krzyżujące się; z każdego liścia wchodzi do łodygi jedna wiązka, która przebiega całe międzywęźle i w końcu rozwidla się na dwa ramiona, zrastające się z sąsiednimi wiązkami. Te rozwidlenia łączą się w cztery cienkie wiąзки, które na przecięciu poprzecznym leżą naprzemiennie z grubszymi, z liści wychodzącymi wiązkami.

Ryc. 118. Przecięcie pnia palmowego.

Ryc. 119. Przecięcie łodygi dwuliścienniej schematyczne. *a* rdzeń, *b* kora, *c* promienie rdzenne wśród wiązek w pierścieniach ustawionych.

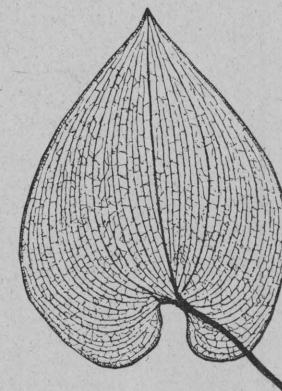
Ryc. 120. Przecięcie czteroletniej gałązki lipy; *m* rdzeń; 1, 2, 3, 4 roczne pierścienie drewna, złożonego z elementów naczyniowych; *b* lyko, złożone z elementów sitkowych; *pa* kora; *c* miazga.

można zrozumieć, dlaczego silne wiatry, a nawet uragany unoszące ludzi jak pilki w powietrzu, miotają drzewami bez ich połamania i liśćmi bez poszarpania ich na strzępy. Właśnie ów szkielet liści, tworzący w nich tak zwane nerwy, chroni je od tego losu.

**80. Rozłożenie szkieletu w ciele.** Szkielet roślin nie tylko utkany jest z wybornego materiału, nie tylko tworzy rury odporne na gięcie, ale i przebiega w ciele roślin w sposób, podnoszący jego wytrzymałość.

Korzenie nie są narażone na zgięcie; podtrzymując pędy nadziemne, kołysane wiatrem, bywają raczej ciągnięte w tę lub ową stronę, a więc muszą być wytrzymałe na rozerwanie. Odpowiednio do takiego zadania elementa mechanicznego powinny być — o ile możliwości — skupione razem, jak w linie, której używamy do ciągnięcia. I rzeczywiście — wiązki korzeni, ukryte w rurach szkieletu, są zebrane w samym środku, w tak zwanym walcu środkowym (Ryc. 116), a przebiegają z góry na dół, bez żadnych między sobą połączeń.

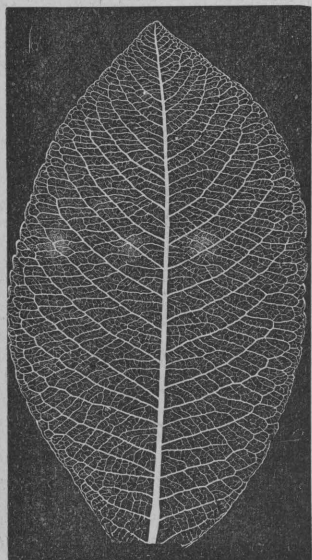
Łodygi pędów są przeciwnie ciągle narażone na zgięcie; zgodnie więc z zasadami mechaniki, w łodygach zarówno roślin jednoliściennych (Ryc. 117, A i 118), jak dwuliściennych (Ryc. 117, B i 119), elementa mechaniczne leżą na obwodzie i są połączone z sobą w rozmaity sposób. U roślin dwuliściennych widzimy — na przecięciu łodygi — rury szkieletowe na obwodzie jednego tylko koła (Ryc. 119), stoją one zatem na powierzchni walca i łączą się (Ryc. 117, B) nieraz bardzo kunsztownie z sobą, u różnych roślin w rozmaity sposób. Tym sposobem tworzy się tu wewnętrzny rdzeń i zewnętrzna kora pierwotna, połączone z sobą zapomocą promieni rdzennych (Ryc. 119). Na przecięciu pnia roślin jednoliściennych (Ryc. 118) widzimy całe mnóstwo rur szkieletowych, tak przebiegających (Ryc. 117, A), że w środku są nieliczne grubsze, a ku obwodowi coraz liczniejsze i coraz cieńsze. Rośliny jednoliściennne zużywają więcej szkieletowego materiału, ale układają go lepiej, bo przeważnie na samym obwodzie łodygi. Są one tem doskonalej zbudowane, że zachowują pierwotną budowę i wówczas, kiedy zaczynają rosnąć na grubość. Tymczasem rośliny dwuliściennne, grubiejąc, wskutek rozrastania się miazgi (Ryc. 123, M), t. j. warstwy komerek nieodróżnionych, zdolnych do dalszego podziału, a leżących między wiązkami, wytwarzają co rok nowy pierścień drewna (Ryc. 120) i tworzą jego masy, z których tylko zewnętrzne są



Ryc. 121. Nerwacja jednoliścienna liścia konwalijki (*Majanthemum*).

dla rośliny niezbędne, jak to widać z tego, że wypróchniałe drzewa rosną i żyją, obywając się doskonale bez wewnętrznej masy drewna.

W liściach przebieg rur szkieletowych z wiązkami nazywa się ich nerwacją. Dość jest rzucić okiem na liść trawy lub konwalijki (*Ma-janthemum*) z nerwacją równoległą (Ryc. 121), na pierzastą nerwację liścia wierzby (Ryc. 122) lub dłoniastą klonu, żeby widzieć, jak odpowiednio ten szkielet jest rozłożony i jak wybornie chroni miękkie części od rozerwania. Grubsze nerwy liści łączą się z sobą zapomocą cieńszych sieciowato. Oczka tych sieci u paproci ograniczone są liniami prostymi i kolistymi, u jednoliściennych są mniej więcej prostokątne, a nieregularne u roślin dwuliściennych.



Ryc. 122. Nerwacja pierzasta liścia wierzby.

**81. Wiązki naczyniowe** rozprawdają po roślinach wodę. W wodociągach używamy w tym celu rur szczelnie zamkniętych, ale takie rury byłyby bardzo nieodpowiednie w ciele roślin, bo tu nie tylko chodzi o to, żeby wodę przetranszować z miejsca na miejsce, ale także o to, żeby ona wszędzie po drodze mogła się rozchodzić z rur mimo prądu głównego. To zadanie spełniają w wiązkach naczyniowych cewki i naczynia (Ryc. 123) w nadzwyczaj doskonały sposób. Cewki i naczynia są to rury wypełnione wodą, a różniące się od siebie tem, że pierwsze powstają z pojedynczych komórek, drugie z całego szeregu komórek, stojących jedno nad drugim, których ściany poprzeczne zanikły; w obu plazma zostaje zu-

pełnie zużyta na wytworzenie ścian zdrewniałych i niejednostajnie zgrubiałych, n. p. pierścieniowato, węzownicowato, centkowato i t. p. (Ryc. 123, s, t).

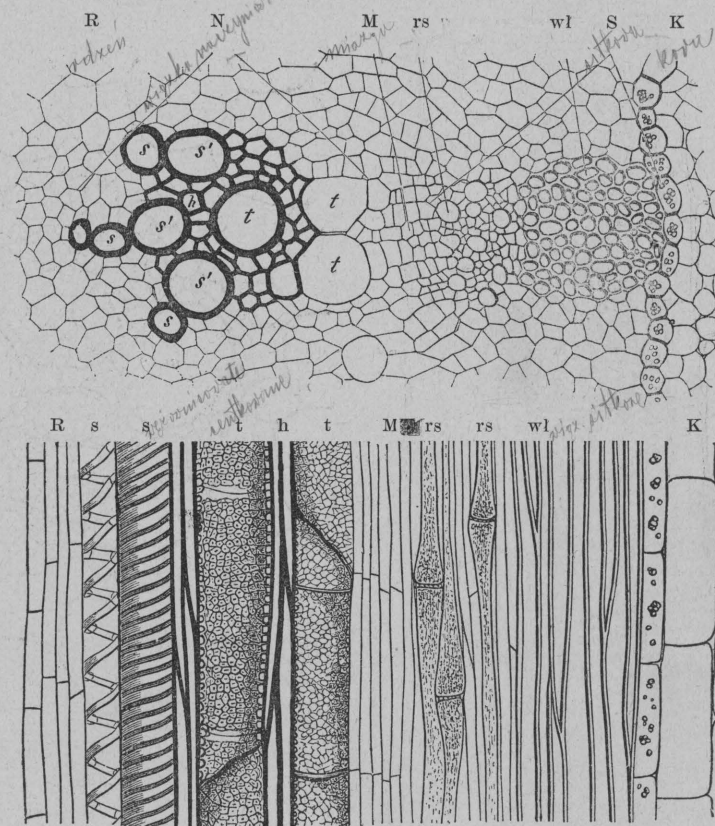
Doskonałość tych narzędzi polega naprzód na materyale ich ścian, które są zdrewniałe, a zatem doskonale przewodzą wodę, a powtórnie na tem, że ściany są zawsze niejednostajnie zgrubiałe. Przez cienkie bowiem miejsca ścian może woda głównego prądu doskonale rozchodzić się do sąsiednich tkanek, a miejsca silniej zgrubiałe chronią te rurki od zgniecenia. Obok cewek znajduje się w wiązkach naczyniowych miękisz o ścianach też zdrewniałych, zawierający w komórkach plazmę, a często i materyał zapasowy (3). Skoro wszystkie elementy wiązek naczyniowych mają ściany zdrewniałe, to oprócz głównego zadania spełniają i drugie, poboczne, wzmacniają bowiem szkielet.

**82. Wiązki sitkowe** składają się z miękiszu i rurek sitkowych (Ryc. 123 rs), których ściany są błonnikowe. Miękisz wypełniony jest obficie plazmą, podobnie jak i rurki sitkowe, tak nazywane dlatego, że to są szeregi komórek, których poprzeczne ściany są podziurawione jak sito (Ryc. 124 i 125), wskutek czego plazma i materyały zapasowe, wyrobione w liściach, mogą przez nie zstępować aż do ostatnich rozgałęzień korzeni.

**83. Przebieg wiązek.** W korzeniach wiązki sitkowe i naczyniowe przebiegają osobno (Ryc. 116) i zawsze naprzemian tak, że jeżeli jest n. p. ośm wiązek, to z tych jest cztery naczyniowych, a cztery są sitkowe.

W pędach wiązki są w połowie naczyniowe, w połowie sitkowe. Czasem,

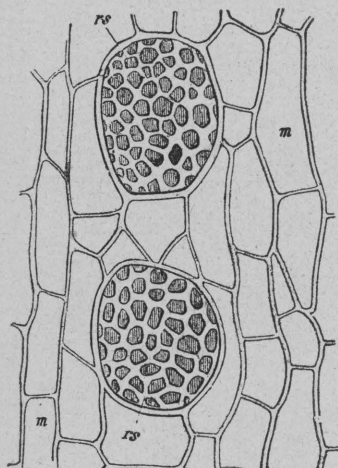
jak n. p. u paproci (Ryc. 115), są one współśrodkowe. W samym środku są naczynia, na obwodzie miękisz z rurkami sitkowymi, a wszystko to otaczają włókna. Zazwyczaj jednak znajdujemy wiązki obok siebie (Ryc. 126 i 127), t. j. po jednej stronie leżą elementy wiązek naczyniowych po drugiej sitkowych. W liściach wiązki naczyniowe leżą ku górnej powierzchni liści, sitkowe ku dolnej (Ryc. 128). Skoro więc te nerwy wejdą do łodygi, to wiązki naczyniowe zwrócone są ku jej środ-



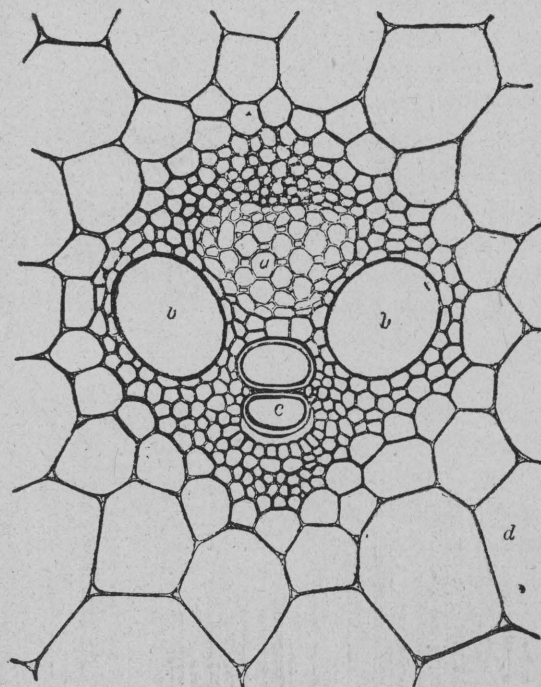
Ryc. 123. Wiązki słonecznika w przecięciu poprzecznym i podłużnym. R rdzeń, N wiązka naczyniowa, M miękisz, S wiązka sitkowa, K kora, s naczynia węzownicowate, tt centkowane, h włókna szkieletu wiązki naczyniowej, wł włókna wiązki sitkowej, rs rurki sitkowe; miękisz drewnny leży koło naczyń, miękisz niezdrewniały koło rurek sitkowych.



kowi (ku rdzeniowi roślin dwuliściennych), sitkowe ku obwodowi (ku korze pierwotnej roślin dwuliściennych). Skoro wiązki ukryte w rurach szkieletowych, zbiegną aż do nasady korzenia, rozdzielają się tam i łączą: naczyniowe lodygi z naczyniowcami korzenia, a sitkowe z sitkowcami.



124

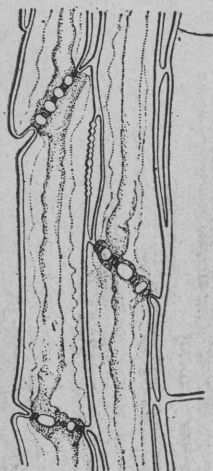


126

Ryc. 124. Przecięcie poprzeczne wiązki sitkowej. Wśród miększu m widać dwa sitka rurek sitkowych rs.

Ryc. 125. Rurki sitkowe w przecięciu podłużnym.

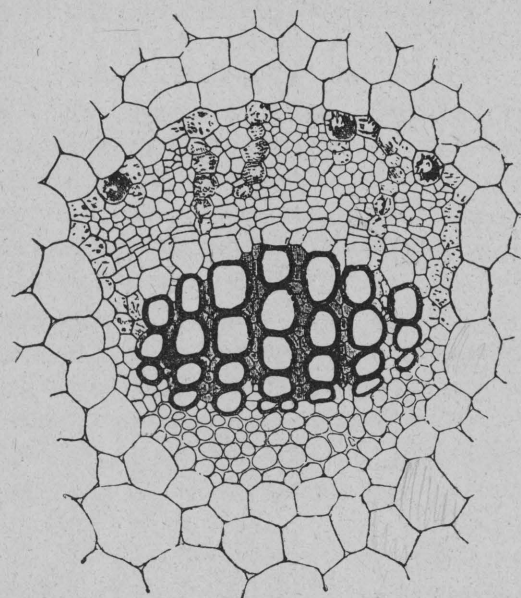
Ryc. 126. Przecięcie wiązki zamkniętej rośliny jednoliściennej (z trzciny cukrowej). — a wiązka sitkowa; b, c, d wiązka naczyniowa, cztery naczynia rozłożone w kształcie litery V; w okolo wiązki włókna; d miękisz cienkościenny, którego komórki zawierają w osoczach cukier trzcinowy.



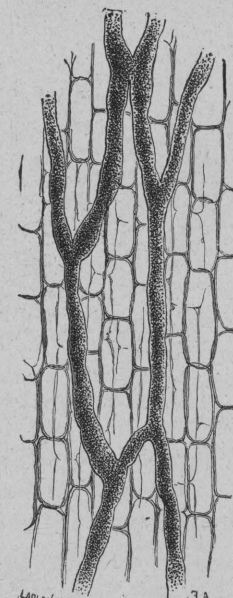
125

Wiązki roślin dwuliściennych nazywają się otwarte, bo pomiędzy ich częścią naczyniową a sitkową znajduje się miazga (Ryc. 127), za pomocą której mogą się rozrastać (Ryc. 123). Ponieważ w wiązках jednoliściennych nie ma miazgi nazywają się zamknięte i mogą być otoczone ze wszystkich stron rurą włókien (Ryc. 126).

84. Ciało roślin. Tak jak mięśnie stanowią masę ciała zwierząt, tak ciało roślin składa się przeważnie z miększu. Gdzie światło dochodzi, tam miękisz zawiera galeczki zieleni, w głębi pędów albo w podziemnych

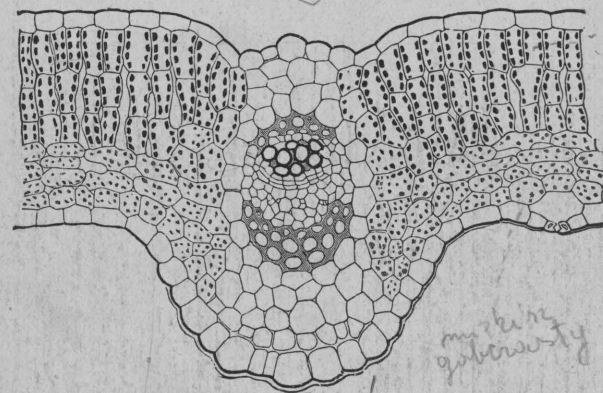


127



LAPLANT.

129



128

Ryc. 127. Wiązka otwarta rośliny dwuliściennej (ślazu). Naczynia stoją w kilku szeregach, między nimi a wiązką sitkową cienkościenna miazga.

Ryc. 128. Przecięcie liścia rzodkwi z nerwem w środku; wiązka naczyniowa od góry oddzielona miazgą od wiązki sitkowej, z obu ich stron grube włókna.

Ryc. 129. Rury mleczne z jaskółczego ziela, przebiegające wśród miększu.

organach jest bezzielonowy. Między komórkami miększu znajdują się przestwory międzykomórkowe, ułatwiające wymiany gazów. Miękisz jest żywą tkanką, tak jak u glonów lub mchów spełnia wszystkie czynności związane z życiem rośliny, mogą się też w nim gromadzić materiały zapasowe (Ryc. 291).

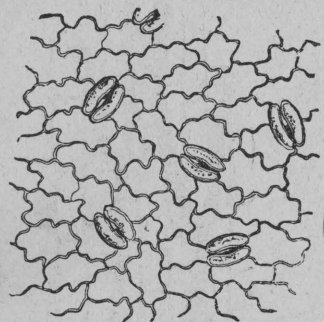
Miękisz jako żywa tkanka może tworzyć miazgi (80) i zablźniać korkiem rany (III).

Komórki miękiszu znajdują się w stanie jędrności, czemu zawdzięczają swą sztywność. Stan ich jędrności może się zmieniać zależnie od przy-  
 pływ albo odpływ wody, od tego zależą ruchy komórek (86) albo nawet całych narzędzi. Bo jeżeli — wskutek napięcia się błon przez osmozę — komórki miękiszu rozciągną się po jednej stronie jakiegoś organu n. p. korzenia lub wąsa, to organ ten staje się po stronie rozciągniętej dłuższy, skrzywi się, wykonywa wskutek tego ruch. Zmiany jędrności w miękiszu wywołują ruchy roślin i z tego względu spełnia on zadanie mięśni, chociaż sposób wykonywania ruchu jest odmienny.

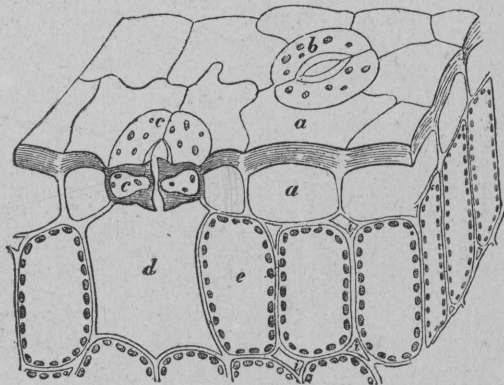
W ciele roślin bywają tkanki przygodne, które tylko u pewnych roślin się spotykają, n. p. rury mleczne (Ryc. 75), albo znajdujemy przestrzenie, jakby rury, ale nie mające ścian, tylko otoczone innymi komórkami, zawierające bądź powietrze, tak zwłaszcza u roślin wodnych (Ryc. 197), bądź wydaliny, n. p. żywicę, śluzu, gumy. Nazywamy je przewodami i mówimy o przewodach powietrznych, żywicznych (Ryc. 239) i t. d.

**85. Naskórek.** Sole mineralne, potrzebne do życia roślin, dostają się do ich tkanek przez wiązki naczyniowe wraz z wodą — w niezmiernem rozcieńczeniu (II). Ponieważ rośliny potrzebują coraz nowych ilości tych soli, więc woda, z którą się dostają, musi się ciągle z roślin ułatwiać. Ale jej ułatwienie musi być tak uregulowane, żeby rośliny, mając w glebie obfitość wody, nie więdły. Taką podwójną rolę: chronienia roślin od zbytniego parowania i regulowania go, odgrywa właśnie naskórek, tkanka pokrywająca na zewnątrz całe ciało roślin. Składa się ona z właściwych komórek naskórka i z komórek szparkowych (Ryc. 130 i 131).

Właściwe komórki naskórka (Ryc. 131, a i 132, e) przylegają ściśle

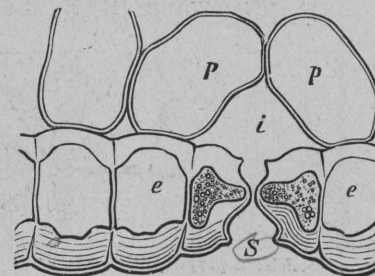


Ryc. 130. Naskórek lilii ze szparkami, widziany z góry.



Ryc. 131. Kawalek górnej części liścia. a komórki naskórka; b, c szparki; d jama przeddechowa; e miękisz z galeczkami zieleni.

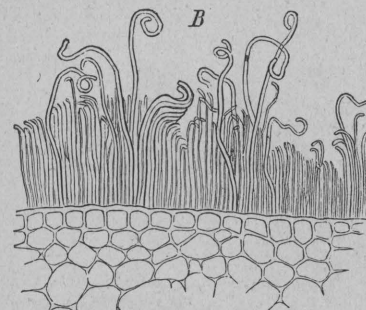
do siebie, nie pozostawiając przestworów powietrznych, a powierzchnia ich zewnętrznych ścian jest mniej więcej skorkowaciała (Ryc. 132, e). Tę zewnętrzną warstwę ściany nazywamy nabłonkiem (*cuticula*). Nabłonek chroni właśnie ciało roślin od zbytniej utraty wody. W związku z tem nie jest on rozwinięty ani na korzeniach ani na pędach wodorostów (roślin pogrążonych w wodzie), a zawsze istnieje na pędach lądowców (roślin lądowych) i staje się tem grubszy, im roślina bardziej potrzebuje chronić swą wodę, n. p. w klimacie gorącym i suchym. Lecz nie tylko przez grubą nabłonek zabezpieczają się rośliny od zbytniej utraty wody, ale także przez kutnerowate włosy, albo przez wydzielanie wosku na powierzchni naskórka



Ryc. 132. Naskórek hyacyntu ze szparką S w przecięciu poprzecznym; e właściwe komórki naskórki, przylegające ściśle do siebie i pokryte nabłonkiem, rozciągającym się i na komórki szparkowe; i jama przeddechowa; pp miękisz gąbczasty.

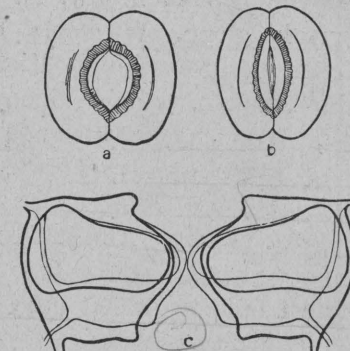
(Ryc. 133), jak to widzimy n. p. na runi żyta, na liściach kapusty, na owocach śliwki i jabłek.

**86. Szparki.** Woda pobrana przez korzenie, dostawszy się do pędów, zbiera się ostatecznie w postaci pary w przestrzeniach międzykomórkowych i potem ułatwia się z nich



Ryc. 133. Nitkowate wydzieliny wosku na powierzchni naskórki trzciny cukrowej.

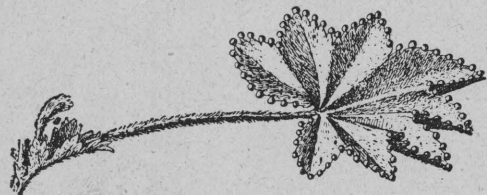
przez pary komórek bokami zrosłych i zostawiających między sobą otwór (Ryc. 132, S), który tak zwaną jamę przeddechową łączy z przestworami międzykomórkowymi miękiszu liścia lub łodygi. Patrząc z góry na komórki szparkowe, widać, że mają kształt nerkowaty (Ryc. 134), na przekroju zaś podłużnym (Ryc. 132) można się przekonać, że szparka między nimi istniejąca nie jest jednakowo szeroka, ale jest w środku zwężona. Jeżeli komórki szparkowe są naprężone wodą, to stają się wysokie i pozostawiają między sobą otwór; tak jest w dzień — pod wpływem



Ryc. 134. a szparka otwarta, widziana z góry; b szparka zamknięta; c przecięcie szparek, zarys grubszego otwartych, cieńszych zamkniętych.



światła. W braku światła komórki szparkowe tracą jędrność, stają się niższe i szparka zostaje przez nie w samym środku zamknięta, parowanie zostaje przerwane (Ryc. 134). Komórek szparkowych bywa mnóstwo na



Ryc. 135. Liść z przywrotnika (Alchemilla), na którego kraju widać kropki wody, wydzielone podczas nocy przez szparki wodne.

Zdarzają się w naskórku szparki, przez które wydobywa się woda nie w postaci pary, ale jako ciecz (Ryc. 135); takie szparki wodne są większe od zwykłych.

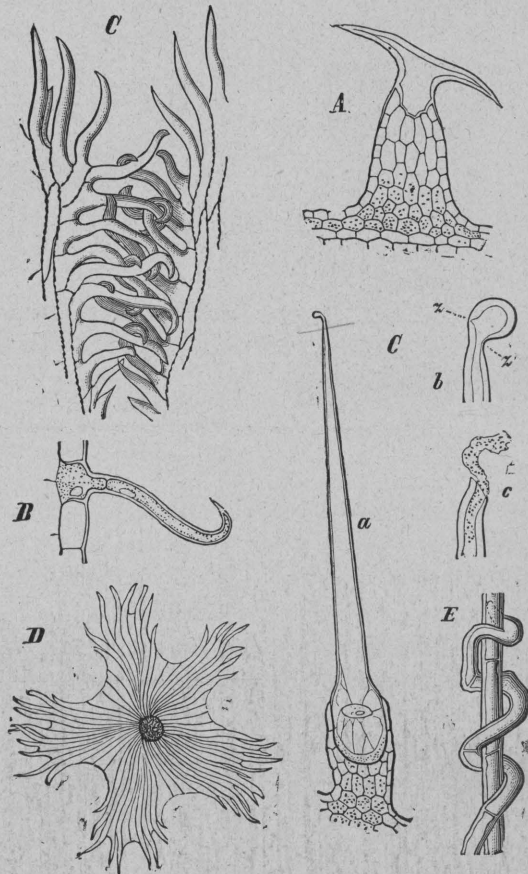
W kwiatach bardzo pospolicie występuje przez szparki wodne słodka ciecz czyli oskoła, tworząc tak zwane miodniki (155). Może występować tak nie tylko przez szparki wodne, ale wprost przez naskórek i to nie tylko w kwiatach, ale na różnych częściach niekwitnących pędów, n. p. na przylistkach wyki, na młodych ogonkach śliw, na młodych liściach glogu. W ciepłe dnie, po ulewnych deszczach, liście wielu drzew, jak n. p. dęby, klony, topole, lipy, jarzębiny, wydzielają oskołę, którą różne owady chciwie zbierają (Ryc. 136).

87. Włosy. Komórki naskórka mogą wyrastać ponad jego powierzchnię i takie wyrostki nazywamy — bez względu na ich kształt — włosami, bo tak zwane włosy mogą mieć nawet tarczowatą postać (Ryc. 137, D). Czasem są tak delikatne, że je ledwo można dojrzeć, niekiedy, zwłaszcza jeżeli i miększy, pod naskórkiem będący, bierze udział w ich rozwoju, zamieniają się na tęgie kolce (aculeus), n. p. u róży, akacyi, agrestu.



Ryc. 136. Trzmiele, zbierające oskołę z liści brzozy.

Włosy spełniają bardzo różne czynności, to też różnie wyglądają (Ryc. 137). Włosy komórek naskórka w korzeniach, czyli włosniki, zajmują się pobieraniem pokarmów mineralnych, rozpuszczonych w wodzie. W pączkach ochraniają nieraz młode liście od mrozów. Gęsty kutner ubezpiecza liście od zbyt gwałtownego parowania. Haczykowate włosy, n. p. chmielu i fasoli (Ryc. 137, A, B), pomagają tym wijącym się roślinom czepiać się łatwiej podpór. Inne znów chronią rośliny od napaści zwierząt, jako kolce, n. p. u róży, jeżyny, lub jako parzące włosy (Ryc. 137, C). Takie włosy mają ściankę skrzemieniałą, ku końcowi włosa zgrubiałą i rozdętą w zakrzywioną kulkę. Za najlżejszym dotknięciem ścianka kruszy się na szczycie, a wówczas koniec włosa wchodzi w przedmiot, który go dotknął, i wylewa tam sok komórkowy, w którym znajduje się płyn gryzący. Takim sposobem parzące włosy pokrzywy.

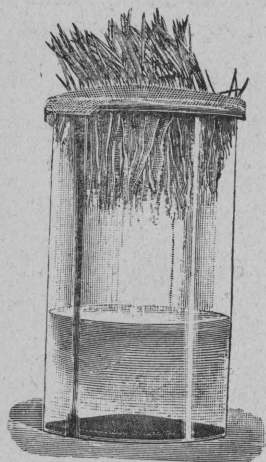


Ryc. 137. A Włos czepny chmielu; B włos czepny fasoli; C (od góry) włosy kutnerowate; D włos tarczowaty; C włos pokrzywy, a cały, b jego koniec cały, c ulamany; E włos z czepka mchu Polytrichum.

## 2. Bodźce.

88. Bodźce w ogólności. Wiadzieliśmy, że u niższych roślin różne bodźce oddziałują w rozmaity sposób na plechy. Plecha (grzybnia) grzybów nie ulega wcale ciążeniu, ale ich owocniki ulegają mu wybitnie (32). Światło wpływa wręcz odwrotnie na młode i stare plazmodya (52). Pływki wstężnicy (23) zwracają się ku światłu, a pływeczki jej, tworzące siemiona, chronią się do miejsc zacienionych. Pędy mchów rosną w górę lub na dół stosownie do tego, skąd pada na nie światło (68). A zatem nie tylko ten sam bodziec może działać odmiennie na różne części ciała rośliny, ale nawet jego wpływ na tę samą roślinę może być odmienny stosownie do jej wieku. Podobnie jest i u wyższych roślin, rozmaite bodźce działają na ich rosnące części i wpływają na ich kierunek wzrostu (Ryc. 138).

**89. Ciężenie.** Jeżeli kielkującą roślinę położymy poziomo (Ryc. 139), to zobaczymy, że jej koniec pędu rosnąc dalej, zacznie się przeginać ku górze, a koniec korzenia na dół. Ulegają one w tym razie działaniu ciężenia, bo w górę i na dół znaczytu — w obu razach — po kierunku



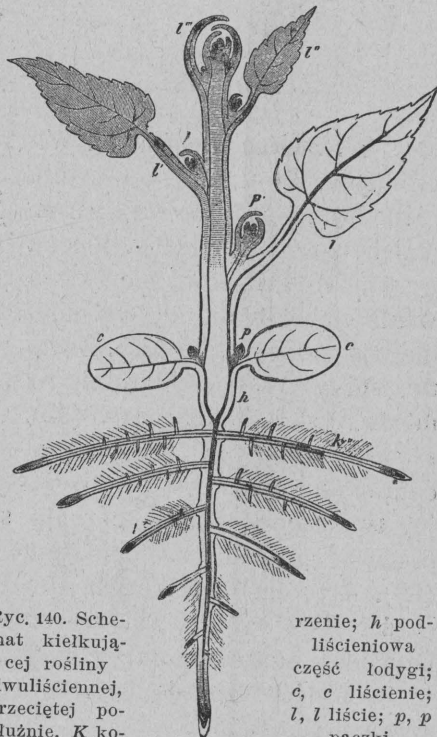
138



139

Ryc. 138. Pszonka, wysiana na siatce okrywającej kłosa z wodą, wyklikowała, jej korzenie rosły pionowo na dół i w wilgotnej atmosferze pokryły się włosnikami, a pędy wznosiły się w górę.  
Ryc. 139. Roślina wyklikowana z nasienia *n*, płasko położona, oraz skrzywiona pod wpływem ciężenia; *l* liście. Z porównania części *pp* z odpowiedniami *s* widać, że w obu razach jedna ich strona rosła prędzej od drugiej, skutkiem czego nastąpiło skrzywienie.

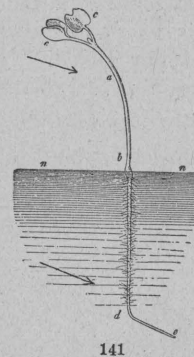
promienia ziemskiego. Ciężenie to więc sprawia, że pędy roślin na całej kuli ziemskiej wznoszą się prostopadle do jej powierzchni, a korzenie w tym samym kierunku schodzą na dół. Gałęzie roślin (pierwsze ich pędy pochodne) i korzenie drugorzędne zajmują skośne położenie (Ryc. 140) pod wpływem tego samego bodźca. Na dalsze rozgałęzienia pędów największy wpływ ma światło, a na kierunek wzrostu innych korzeni działa głównie wilgotność gleby. Z tych przyczyn pędy i korzenie roślin wyższych mogą się rozchodzić w różnych kierunkach i szukać pokarmu w najlepszy sposób. Bo gdyby wszystkie rozgałęzienia pędów i korzeni ulegały w ten sam sposób ciężeniu, co pierwotne, to tworzyłyby pęki zbitych narzędzi niezdolnych do spełnienia swych zadań.



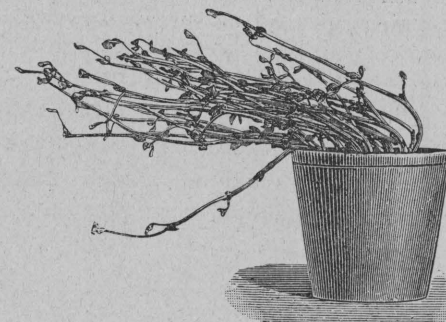
Ryc. 140. Schemat kielkującej rośliny dwulścienną, przeciętej podłużnie. *K* ko-

rzanie; *h* podliściennowa część lodygi; *c, c* liście; *l, l* liście; *p, p* pączki.

**90. Światło.** Podobnie jak ciężenie — działa i światło odmiennie na rosnący korzeń, który się od światła odwraca (Ryc. 141) i odmiennie na rosnący pęd, przechylający się ku źródłu światła (Ryc. 142). Widać to na drzewach stojących na kraju lasu, a zatem jednostronnie oświetlonych, których wszystkie gałęzie są ku światłu przegięte. Pozwala to im na szukanie w najlepszy sposób energii słonecznej, bez której ich gałązki zieleni nie mogłyby pracować.



141



142

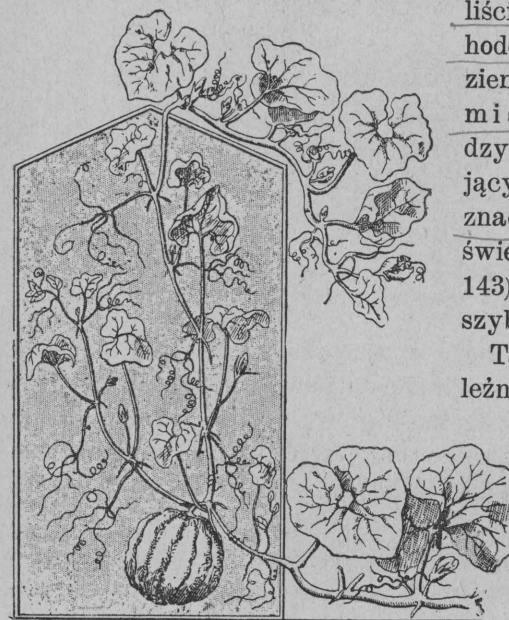
Ryc. 141. Pod wpływem światła padającego w kierunku strzałek lodyga kielkującej rośliny zwraca się ku światłu, a korzeń pograżony w wodzie odwraca się od niego.  
Ryc. 142. Doniczka z grochem wyhodowanym w zamkniętym naczyniu, tylko przez wąską szparę jednostronnie oświetlonym. Pędy są wypłonięte, żółtawe, z małymi liśćmi i wszystkie mocno skrzywione ku źródłu światła.

Światło powstrzymuje wzrost lodygi, a przyspiesza rozrastanie się

liści, bo pędy roślin wypłoniętych (wyhodowanych w ciemności, jak n. p. pędy ziemniaków wyrosłe w piwnicach) mają międzywęzła, t. j. części lodyg między dwoma bezpośrednio nad sobą stojącymi liśćmi, bardzo długie, a liście znacznie mniejsze, niż w zielonych, na świetle wyrosłych roślinach (Ryc. 142, 143). Dlatego wzrost roślin bywa nocą szybszy, niż za dnia.

Także ruch gałązek zieleni jest zależny nie tylko od światła wogóle (66), ale nawet od jego natężenia.

**91. Działanie promieni słonecznych.** Promienie słoneczne przynoszą ze sobą znaczny zapas energii cieplnej i świetlnej. W mniej łamliwej, ciemnej części widma znajdują się promienie cieplne, których wpływ na rośliny jest bardzo ważny, skoro one potrzebują do życia pewnego zasobu ciepła. Każda ro-

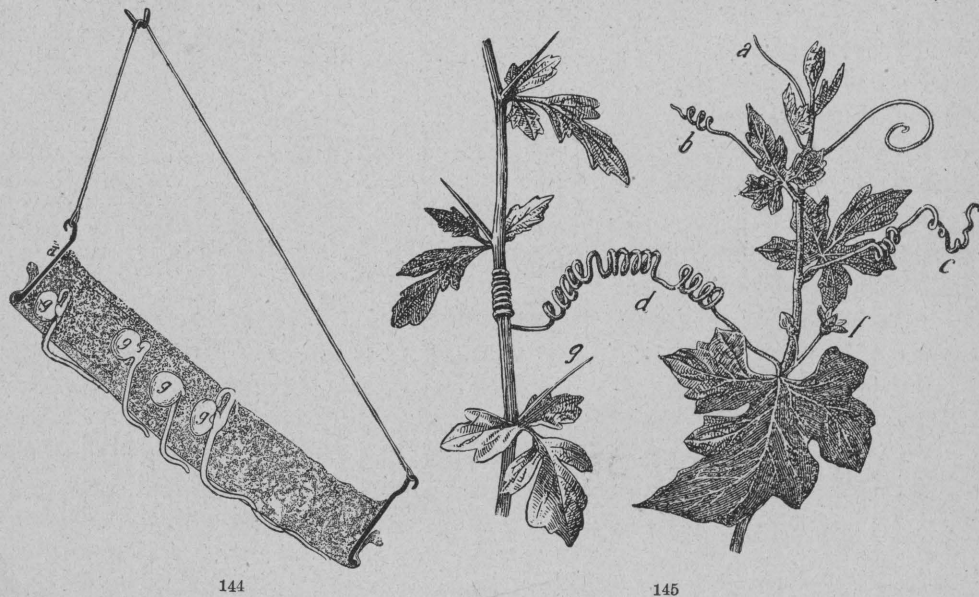


Ryc. 143. W pędach dyni, wyrosłych w ciemnej przestrzeni, międzywęzła są wydłużone, a blaszki liści zmniejszone.



ślina w pewnej dopiero ciepłocie zaczyna się rozwijać i potrzebuje pewnej sumy ciepła w ciągu roku, to znaczy pewnego klimatu, żeby mogła wyrosnąć. W promieniach widma, które wywołują w nas wrażenie światła, jedno — czerwone działają najenergiczniej na sprawę przyswajania węgla w gałeczkach zieleni, drugie — fioletowe wpływają głównie na wzrost i ruchy roślin. Tym sposobem promienie słoneczne są wykorzystywane w rozmaity sposób przez rośliny.

**92. Różna wilgotność gleby** ma bardzo znaczny wpływ na kierunek wzrostu korzeni tak, że współzawodniczy pod tym względem nawet z działaniem ciężenia. Jeżeli napelnimy przetak wilgotnemi trocinami, w których zasiejemy n. p. groch, i zawiesimy go skośno (Ryc. 144), to



Ryc. 144. Korzenie grochu wysianego w trocinach, przekrzywiające się ku wilgoci.  
Ryc. 145. — a, b, c, d wazy przestępu f, z których jeden owinał się już koło lodygi berberysu g.

zobaczymy, że kielkujące korzonki będą z przetaka wychodziły pionowo pod wpływem ciężenia. Skoro jednak dojdą do pewnej długości i znajdą się w suchej atmosferze, wówczas wilgotność gleby (trocin) zacznie na nie oddziaływać tak, że pomimo trwającego dalej wpływu ciężenia zaczną się przekrzywiać ku trocinom, a nawet w nie wrastać, szukając w nich nieodzownej dla siebie wilgoci.

**93. Ruchy.** Każda rosnąca część rośliny porusza się w przestrzeni, a takie ruchy są najwidoczniejsze na wielkich organach n. p. na wydłużonych końcach fasoli i innych wijących się roślin, na słonecznikach, których nazwa pochodzi od zjawisk wykonywania ruchów w związku z ruchem pozornym słońca.

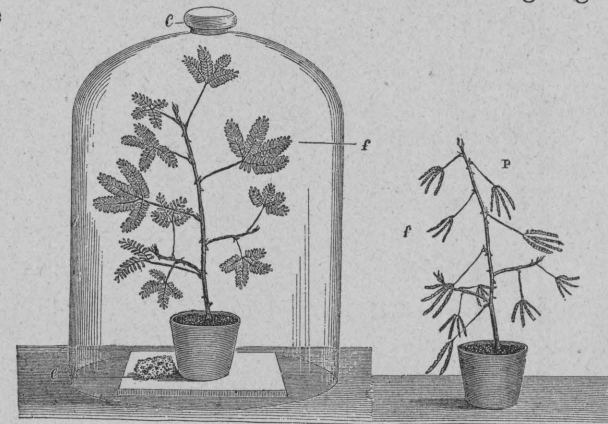
Wiele ruchów roślin zależy od dotykania. Jego wpływ na rosnące części roślin jest najwidoczniejszy w narzędziach, które nazywamy wąsami. Jeżeli wąs n. p. ogórka potrzeć na dolnej stronie, to zaczyna on się w dotkniętym miejscu zginać. Skoro zatem wąs czepnej rośliny spotka jaką podpórę (Ryc. 145), a w zetknięciu z nią zegn timer się, to wskutek tego zgina się znów dalej i wreszcie okręca się około niej, przytwierdzając z czasem całą roślinę do podpory (R. 145).

Tak samo czule na dotknięcie są końce rosnących korzeni, które — przeciwnie jak wąsy — odginają się od miejsca ucisku, przez co mogą omijać w glebie znaczne nawet przeszkody, stojące na kierunku ich wzrostu.

Najwrażliwsze na dotknięcie są liście niektórych roślin n. p. czułka

(Ryc. 146), które pod wpływem takim albo nawet silnego wstrząśnięcia stulają wszystkie swoje listeczki i zwieszają się na dół. Tak jak wszystkie ruchy roślin, tak i ten ostatecznie zależny jest od plazmy; jeżeli ją uspimy, chloroformując n. p. roślinę pod kloszem, to wrażliwość jej ustaje.

Liście wielu roślin, jak n. p. szczawiku, akacyi, wykonywają ruchy, zależne od światła, zajmują więc w dzień i w nocy odmienne położenie. Podobnie płatki wielu kwiatów, rosnąc szybciej na górnej lub dolnej swej powierzchni, wywołują ich peryodyczne otwieranie się i zamykanie.

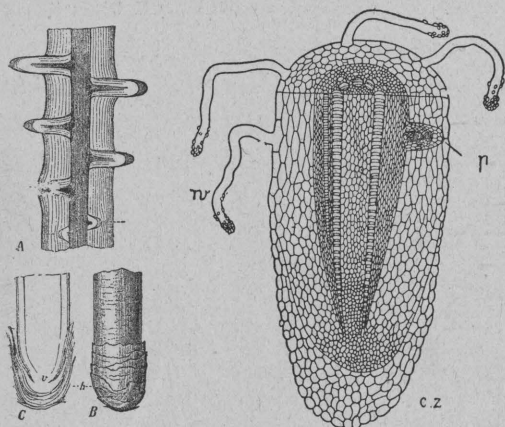


Ryc. 146. Czulek. Osobnik pod kloszem zachloroformowany nie stulil liści, jak osobnik nieprzykryty, pomimo takiego samego wstrząśnięcia.

### 3. O korzeniach w szczególności.

**94. Zadania korzeni.** Korzenie mają dwa główne zadania do spełnienia, to jest utwierdzić nadziemne pędy, oraz dostarczać im wody z solami mineralnemi. Żeby spełniać te zadania, muszą mieć: 1) Zdolność przebijania ziemi z wielką siłą, bo gleba, na którą pada nasienie, jest nieraz zeschnięta i twarda. 2) Zdolność wyszukiwania takiego miejsca gleby, z którego mogą pokarm pobierać. 3) Zdolność pobierania z gleby znacznej ilości wody z rozpuszczonemi w niej solami mineralnemi. 4) Zdolność rozchodzenia się w glebie, żeby coraz silniej utwierdzać rosnące i rozgałę-

ziające się pędy i żeby nurtować coraz nowe jej części. Rzeczywiście — rosnący koniec korzenia okryty jest czapeczką, zabezpieczającą go od zniszczenia, jest on wrażliwy na bodźce, wskutek czego może zmieniać kierunek wzrostu wśród gleby, powyżej miejsca wrażliwego na



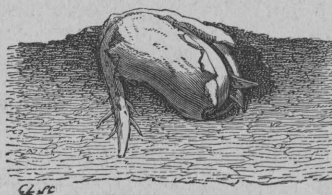
147

148

Ryc. 147. A przecięcie podłużne korzenia, w którym tworzą się korzenie pochodne. B koniec korzenia, okryty czapeczką h cały, C jego przecięcie podłużne. Ryc. 148. Przecięcie podłużne i poprzeczne końca korzenia. — w jego włosniki; cz jego czapeczka; p korzeń przybyszowy wyrastający z walca środkowego.

milimetrów długa, rośnie i jest wrażliwa na bodźce. Składa się z tkanki nieodróżnionej (Ryc. 148). Wszystkie jej komórki są do siebie podobne, ściśle przylegają do siebie i przez osmotyczne działanie soku komórkowego są w stanie jędrności. Tym sposobem każda z nich, jak pęcherz dobrze nadepty wodą, może stawiać znaczny opór, a skupione razem powodują wytrzymałość korzenia na zgniecenie podczas przebijania gleby. Zdarza się widzieć, że owocniki grzybów kapeluszowych, powstające na grzybni rozwiniętej pod kamieniem, rozwijając się, wskutek takiej jędrności swoich komórek są w stanie, rosnąc, podnieść w górę tłoczony je kamień. Daje to wyobrażenie o sile, z jaką rosnący koniec korzenia rozbija przed sobą ziemię, jakby klin wbijany w deskę (Ryc. 149), i z jaką prze na jej boki. Siła ta równa się nieraz ciśnieniu kilku atmosfer.

Rosnący koniec korzenia wchodzi w głąb ziemi pod wpływem ciężenia



Ryc. 149. Kielkujące nasienie fasoli, którego korzeń rozbija glebę.

bodźce jest okryty włosnikami pobierającymi pokarm, a wreszcie korzeń może się rozgałęziać zapomocą korzeni pochodnych.

**95. Czapeczka.** Koniec rosnącego korzenia, narażony na ciągle obrażania przez ostre nieraz części gleby, zabezpieczony jest od nich przez tkankę, zwaną czapeczką, która go pokrywa i ciągle przyrasta od środka, w miarę zużywania się od zewnątrz (Ryc. 147, B, C i 148).

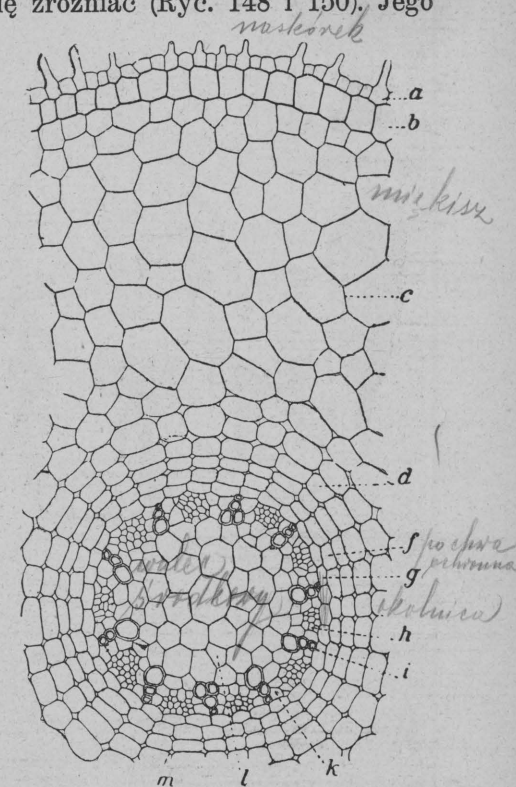
**96. Rosnący i wrażliwy na bodźce koniec korzenia.** Część korzenia powyżej czapeczki jest na pewnej przestrzeni naga, to znaczy, nie ma jeszcze włosników. Jest ona zaledwie kilka

pionowo, ale nierówna wilgotność gleby, albo jakaś przeszkoda, n. p. kamień leżący na drodze, przez ucisk mogą wywołać zboczenie jego od pionu.

**97. Budowa korzeni.** Skoro koniec korzenia przestaje się wydłużać, to jego nieodróżniona tkanka zaczyna się różnić (Ryc. 148 i 150). Jego naskórek (Ryc. 150, a) pozbawiony jest nabłonka i szparek; wyrastają z niego włosniki. Pod naskórkiem różni się kora (Ryc. 150, b—d), złożona z miękkiszu, t. j. komórek plazmatycznych, zostawiających między sobą nieraz przestwory, pod nią pochwa ochronna (Ryc. 150, f), złożona z jednej warstwy komórek skorkowaciałych, oddzielająca korę od walca środkowego, w którym leżą wiązki sitkowe (Ryc. 150, h) i naczyniowe (Ryc. 150, i) zawsze naprzemian.

**98. Włosniki.** Włosniki wyrastają gęsto z powierzchni korzenia zawsze tylko na długości kilku cm. (Ryc. 151). Są to rurki długie na kilka milimetrów, a kilka setnych milim. szerokie. Komórki naskórka nie mając nabłonka, mogłyby same przez się z łatwością pobierać wodę z gleby, ale wydłużanie się ich we włosniki pozwala korzeniom spełniać tę czynność w doskonalszy sposób, raz przez to, że przez rozwój włosników znakomicie zwiększa się powierzchnia korzenia, pochłaniająca wodę, a powtórę przez to, że te rurki zrastają się najściślej z cząstkami gleby, (Ryc. 152), z której mają wyssać sole mineralne. To też łatwiej jest oderwać włosnik od naskórka, niż od cząstek gleby, do których przyrósł, i dlatego wyrывая korzeń z ziemi, obrywamy zwykle włosniki. Chcąc je widzieć, trzeba hodować kielkujące rośliny bądź w wilgotnem powietrzu (Ryc. 138) bądź w wodzie.

Nie wszystkie rośliny tworzą na korzeniach włosniki. Wodne rośliny, stykając się ciągle swymi korzeniami z wodą, mogą się bez nich obywać, nie widzimy

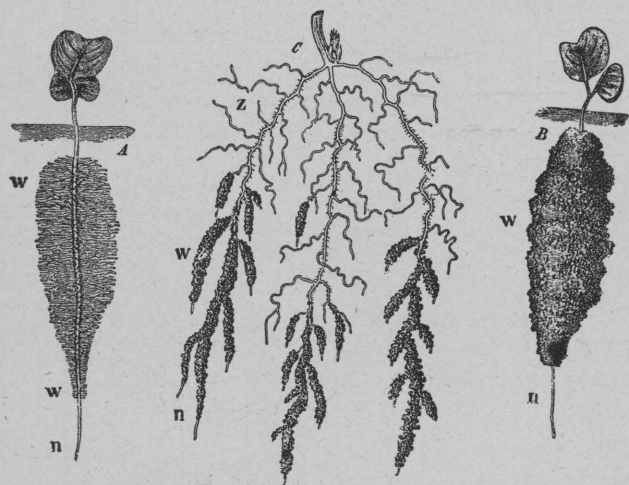


Ryc. 150. Przecięcie kawałka korzenia rośliny jednoliściennej z wieloma wiązkami. — a naskórek z włosnikami [uciętymi]; b—d kora; jej zewnętrzna warstwa c bez przestworów międzykomórkowych, a wewnętrzna d z przestworami; f pochwa ochronna; g okólnica, warstwa, w której powstają korzenie pochodne; h wiązki sitkowe; i wiązki naczyniowe; k promienie rdzenne; l rdzeń; m przestwory międzykomórkowe.



ich też n. p. na korzeniach rzęsy. Niema ich także u niektórych grzybożywnych roślin n. p. u sosny.

**99. Pobieranie soli mineralnych przez włosniki.** Korzenie pobierają z ziemi, w której rosną, sole mineralne. Podobnie jak pierwotek (7),



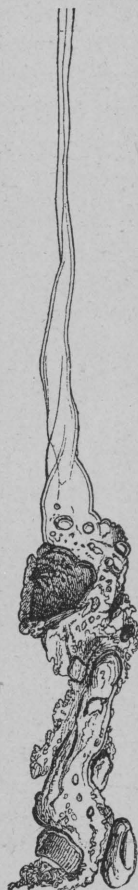
Ryc. 151. Młode roślinki A B rzepaku, C pszenicy; włosniki w nieotrząśniętej z cząstek gleby w B i C, w A otrząśniętej; n nagie koniuszki korzeni; z części korzeni ze zmarniałymi włosnikami.

wszystkie rośliny potrzebują koniecznie: węgla, wodoru, tłenu, azotu, siarki, fosforu, potasu, wapnia, magnezu i żelaza (Ryc. 202). Prócz tego w popiołach wielu roślin znajdują się związki, zawierające inne pierwiastki, nie wszystkim roślinom potrzebne, np. sód, mangan,

krzem, chlor i wiele innych. Włosniki pobierają sole mineralne z gleby, zrastając się z jej najdrobniejszemi cząstkami (Ryc. 152). Przez takie zrastanie się włosników z okruszynami gleby nie tylko przenikanie soli przez błonę jest ułatwione, ale włosniki wywierają wpływ na te cząstki gleby przez to, że oddychając wyziewają bezwodnik węglowy. Zakwasza on glebę i przez to rozpuszcza n. p. nierozpuszczalne fosforany.

Wpływ tego wyziewania bezwodnika węglowego przez korzenie można widzieć łatwo, hodując jakąś roślinę w doniczce z ubitem dnem, postawionej na wygładzonej płycie marmurowej. Po pewnym czasie, skoro korzenie dojdą do płyty, przez działanie kwasu węglowego rozpuszczają marmur (węglan wapnia), zamieniając go na dwuwęglan wapniowy; w ten sposób powstaną wyżłobienia, odpowiadające miejscom, w których korzenie stykały się z marmurem.

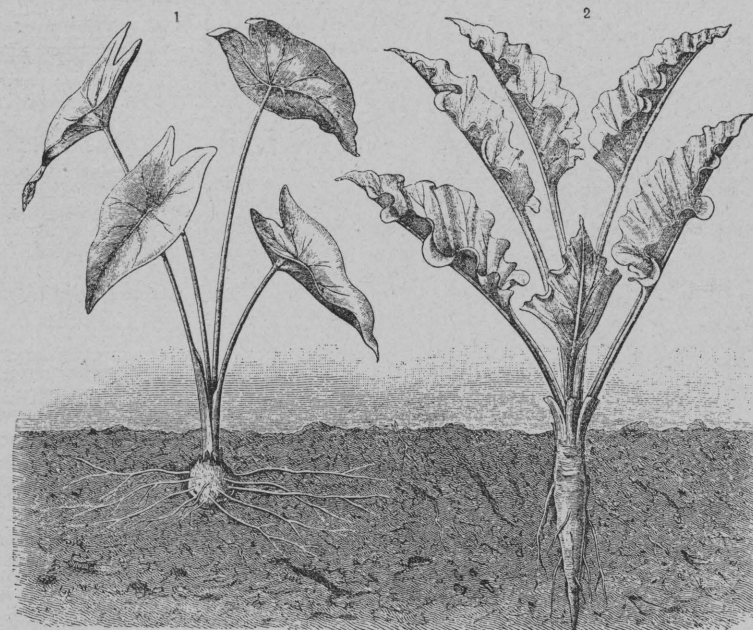
**100. Dalszy rozwój korzenia.** Po pewnym czasie — skoro włosniki spełniły swą czynność, marnieją (Ryc. 151, c) i odtąd korzeń służy głównie do przeprowadzania wody zapomocą wiązek naczyniowych do wyższych części rośliny. Jego kora pierwotna na przód się kurczy, a potem odpada, właśnie na granicy pochwy ochronnej,



Ryc. 152. Włosnik z przyrośniętymi cząstkami gleby.

której skorkowaciałe komórki, zabezpieczają nową powierzchnię korzenia. Wreszcie starsze korzenie mogą rosnać na grubość zapomocą miazgi, powstającej w walcu środkowym między wiązkami, podobnie jak pnie roślin dwuliściennych.

**101. Kurczenie się kory pierwotnej.** Niemalą rolę w życiu roślin odgrywa kurczenie się kory pierwotnej korzeni. Przez takie bowiem kurczenie się tej kory, korzenie wyrastające z nasion, kielkujących tuż pod powierzchnią ziemi, bywają wciągnięte w głąb ziemi, a przez to i pęd ich lepiej zostaje

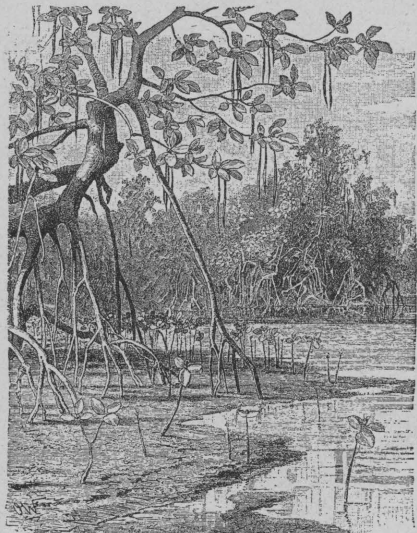


Ryc. 153. 1 Popłun (Caladium) z korzeniami poziomymi, woda ścieka z końców liści — daleko od łodygi. 2 Rabarbar (Rheum) z korzeniami pionowymi, woda ścieka po ogonkach liściowych — tuż obok łodygi.

utwierdzone. Zwłaszcza korzenie przybyszowe, powstające co rok na podziemnych pędach: skośnych kłaczach, bulwach, cebulach — kurcząc się, wciągają je w głąb ziemi, do czego pędy takie są przystosowane, a bez czego wyrastałyby nad powierzchnię ziemi.

**102. Korzenie pochodne.** W miarę jak starzejące się części korzenia tracą kolejno włosniki, pojawiają się na nich korzenie pochodne. Powstają one wewnątrz korzenia macierzystego pod pochwą ochronną. Rozwijając się, rozpuszczają zapomocą odpowiedniego zaczynu, który wydzielają, tkankę kory pierwotnej i tym sposobem wychodzą na zewnątrz (Ryc. 147, A i 148, kp). Ten sposób powstawania zabezpiecza je w najmłodszym stanie

od ucisku gleby. Korzenie drugorzędne (Ryc. 140) wychodzą skośnie, a następne nie ulegają już ciążeniu (89) tylko innym bodźcom (92, 93). Przez to nie tylko korzenie mogą nurtować glebę na wszystkie strony, szukając w niej pokarmu, ale i utwierdzają silnie oparte na nich pędy. Maszt wbity w ziemię utwierdzamy zapomocą lin do niego przywiązanych i przymocowanych do ziemi; rolę takich lin odgrywają właśnie korzenie drugorzędne, skośnie w ziemi się rozchodzące, tem bardziej, skoro ich kora pierwotna się kurczy.

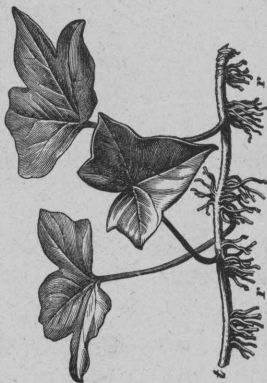


Ryc. 154. *Rhizophora*, wznosząca się na korzeniach przybyszowych.

cych w płytkiej glebie, n. p. u świerku. Nieraz w związku z tem widzimy, że woda ścieka z liści roślin albo dośrodkowo albo odśrodkowo (Ryc. 153).

**104. Korzenie przybyszowe.** Korzenie mogą także powstawać na łodygach (Ryc. 154), a nawet na liściach. Takie korzenie nazywamy przybyszowymi. U nas widać takie zjawisko n. p. w nasadzie żdźbeł kukurydzy, lub na łodygach bluszczów, które zapomocą takich korzeni przytwierdzają się do podłoża (Ryc. 155).

W gorących i parnych klimatach wiele roślin — zwłaszcza z pokrewieństwa storczyków (*Orchideae*) lub obrazkowatych (*Aroideae*) — żyje na pniach, gałęziach lub w kątach liści drzew (Ryc. 156). Są to tak zwane rośliny narosty (*epiphytae*). Takie rośliny przytwierdzają się do swego podłoża (Ryc. 157) zapomocą korzeni przybyszowych, które w tym razie nazywają się powietrznymi. Korzenie powietrzne mają nieraz na swej powierzchni pochwę, t. j. gąbczastą tkankę, pochłaniającą parę wodną, a niekiedy zawierają w niej i gałeczki zieleni.



Ryc. 155. Korzenie przybyszowe bluszczu.

**105. Różne czynności korzeni.** Korzenie przede wszystkim są narzędziami pobierającymi wodę z solami mineralnymi, ale służą też do przytwierdzenia



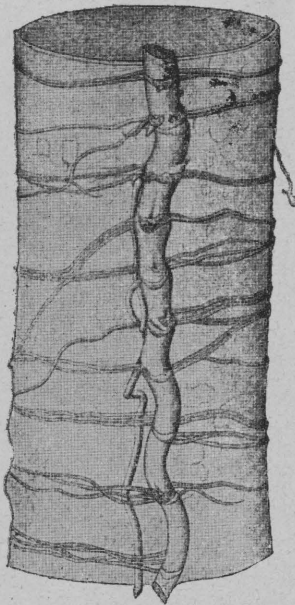
Ryc. 156. Rośliny nadrzewne czyli narosty podzwrotnikowej roślinności.

pędów do podłoża (gleby, lub innego podłoża w narostach), a zieleniejąc mogą zajmować się i przyswajaniem węgla.

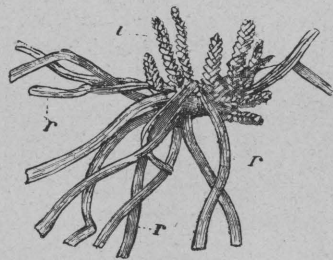
Tak jest u naszej kotewki (*Trapa natans*) rosnącej w wodach, której korzenie przybyszowe są zielone i wyglądają jak pierzaste liście. Są nawet takie



storczyki, których powietrzne korzenie, całkiem płaskie i zielone, zajmują się wyłącznie wyrabianiem skrobi, bo rośliny te nie posiadają wcale zielonych liści i tylko raz do roku wydają pęd kwiatonośny (Ryc. 158).



Ryc. 157. Philodendron trzymający się pnia korzeniami poziomymi, korzenie przybyszowe pionowo schodzą ku ziemi.



Ryc. 158. Storczyk nadrzewny (Aeranthus) z zielonymi korzeniami i bezzieleniowymi kwiatostanami.

Niekiedy korzenie — zwłaszcza u roślin dwuletnich — służą do przechowywania materyałów zapasowych n. p. u marchwi, rzepy, karpiele (brukwi), buraka, w czym może brać udział i podłiscieniowa część lodygi.

#### 4. O pędach w szczególności.

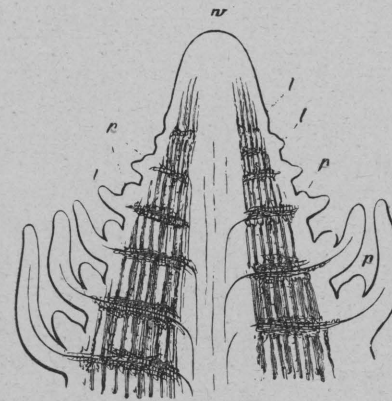
106. Zadanie pędów. Pędy mają właściwie tylko jedno zadanie do spełnienia, to jest tworzyć na świetle, w gałeczkach zieleni, materię organiczną. Żeby jednak z tej materii organicznej mogły utworzyć pokarm, potrzebują do tego soli mineralnych. Soli tych dostarcza im prąd wody, płynący od korzenia, dostarcza ich jednak w niezmiernym rozcieńczeniu (II), wskutek czego pędy muszą, zużywając sole mineralne, wyparowywać zbyt dużą ilość wody. Narzędzia, służące do tych czynności, powinny być zatem płaskie, cienkie i rozrzucone zdala od siebie, żeby ułatwić parowanie z nich wody i dostęp światła do ich gałeczek zieleni.

Odpowiednio też do tego zadania pędów i do ich potrzeb, liście oparte na lodygach są zwykle płaskie i cienkie; wierzchołek rosnącego pędu zwraca się ku światłu, przez co rozwijające się na nim później liście są właśnie na światło wystawione; wreszcie pędy tak się rozgałęziają, że rozchodzą się na wszystkie strony w przestrzeni.

O ile korzenie we wszystkich częściach świata znajdują dość podobne środowisko, to pędy wznoszące się w powietrze, spotykają się na różnych

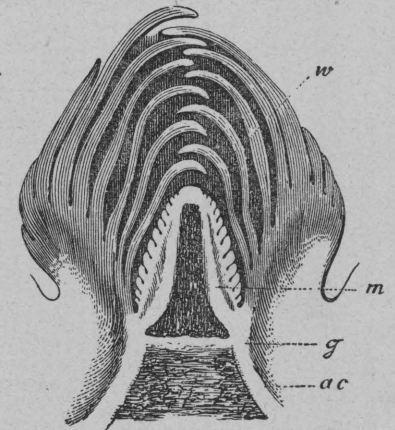
miejscach i wzniesieniach ziemi z różnymi klimatami. Postać więc pędów, przez przystosowanie się do rozmaitych klimatów i do różnych stanowisk, które w pewnym klimacie zajmują, jest daleko rozmaitsza niż postać korzeni, jest też różna — stosownie do trwałości roślin.

107. Pączki. Wierzchołek pędu, zwykle stożkowaty i nagi (Ryc. 159, w) jest ukryty wśród starszych liści lub łusek, które go otaczają (Ryc. 160, w) Składa się z nieodróżnionej tkanki (Ryc. 161) przez której ciągły podział (Ryc. 162) rośnie. Pod tym stożkowatym wierzchołkiem powstają zaczątki liści (Ryc. 159, l, l) i zaraz w ich kątach górnych tworzą się pączki boczne (Ryc. 159 p, p), zapomocą których pęd się w przyszłości rozgałęzia. Zaczątki liści mają postać brodaweczek; ich dolna strona zaczyna niebawem rosnać szybciej jak górna, przez co zakrzywiają się ku górze, a ponieważ rosną prędzej niż wierzchołek, który je wydał, przeto nietylko wznoszą się ponad nagi stożek pędu, ale go wśród siebie ukrywają (Ryc. 160). Takim sposobem powstaje pączek, to jest, jeszcze nierozwinięty pęd.



159

Ryc. 159. Przecięcie podłużne pączka wodnej rośliny (Hippuris); w jego wierzchołek; l, l, l założenia liści; p, p, p założenia pączków w ich kątach.



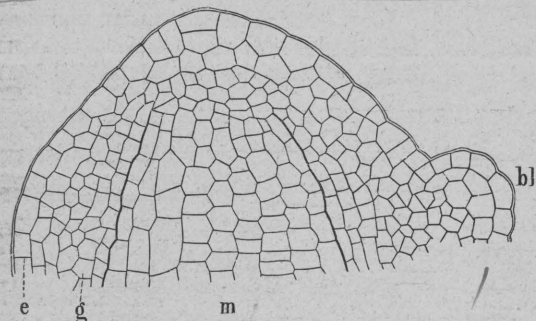
160

Ryc. 160. Pączek jodły przecięty podłużnie. Pod łuskami w wierzchołek zielonego pędu z założeniami liści; m jego miazga; g jego granica od zeszłorocznej gałęzi; ac jej miazga.

Wierzchołek pędu mógłby się rozwijać zupełnie podobnie jak wierzchołek korzenia, w którym włósniki powstają dopiero na części już nie wydłużającej się. Że pęd rozwija się inaczej, że tworzy się tu pączek, to jest przystosowaniem się rośliny, bardzo dla niej pożytecznem, bo tym sposobem rosnący koniec pędu jest zabezpieczony przez okrywające go liście nietylko od zimna, suszy, ale i od innych nieprzyjanych wpływów środowiska, n. p. zniszczenia przez owady, ptaki lub inne zwierzęta.

W pączkach zimotrwałych (Ryc. 160, 163), zewnętrzne liście są łuskowate, ściśle do siebie przylegają, czasem są zlepione żywicą (kasztan dziki, topola piramidalna), a liście w nich ukryte są nieraz pokryte kutnerem, przez co cały pączek jest zabezpieczony znakomiciej niż pączki letnie.

**108. Rozwój pączka.** Skoro pączek zaczyna się rozwijać, to górna strona liści zaczyna rosnąć szybciej od dolnej, przez co liście się prostują



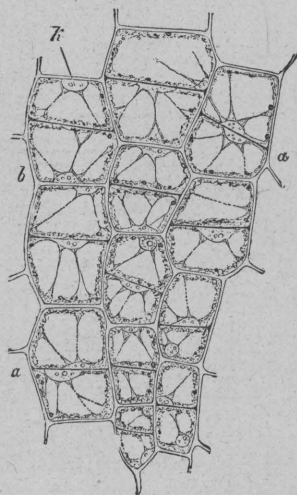
Ryc. 161. Przecięcie podłużne stożka wzrostowego słonecznika; przez podziały komórek leżących pod samym szczytem powstają: *e* naskórek, *g* kora pierwotna, *m* rdzeń, *bl* brodawka, będąca założeniem liścia.

odległość między rozwijającymi się kolejno liśćmi jest jednakowa. Ta okoliczność, oraz rozmieszczenie liści w pewnych odległościach od siebie na lodydze, jest przystosowaniem się pędu do szybkiego wyparowywania wody, a zwłaszcza do szybkiego przyswajania węgla z powietrza. Dwa te bowiem czynniki sprawiają, że liście mogą być otoczone ze wszystkich stron powietrzem i światło może dochodzić do nich tak, że jedno nie zaciemnia drugich. Gdyby były skupione koło jednego miejsca lodygi, zadania te byłyby utrudnione.

**109. Liście.** Różnorodność liści jest niezmierna. W najprostszym razie, n. p. u hyacyntu, liść jest tylko wydłużoną blaszką, ale pospolicie jest zróżniony na blaszkę i ogonek. Taki liść jest doskonalszym narzędziem przyswajania, bo właśnie ogonek rozrastając się niejednostajnie, może się przekrzywiać i zwracać blaszkę w kierunku odpowiednim do padających nań promieni światła. Jeżeli ogonek rozszerza się w pochwę, którą do lodygi przyrasta, to silniej jest do niej przytwierdzony.

Liście mogą być nie tylko proste ale i złożone: bądź pierzasto, n. p. u akacji, bądź dłoniasto, n. p. u kasztana dzikiego, czasami wielokrotnie nawet złożone, przez co powstają jeszcze doskonalsze narzędzia, bo w takich razach każdy listek złożonego

Współcześnie wydłużają się części lodygi między nasadami liści, przez co liście rozsuwają się i powstają na lodydze węzły, to jest miejsca nasady liścia lub liści, i międzywęzła (90), t. j. nagie części lodygi. w rozwiniętym pędzie liście stoją na lodydze albo w okółkach, to jest najmniej po dwa na jednym węźle, albo skrętoległe, jeżeli z węzła wychodzi tylko jeden liść. W obu razach

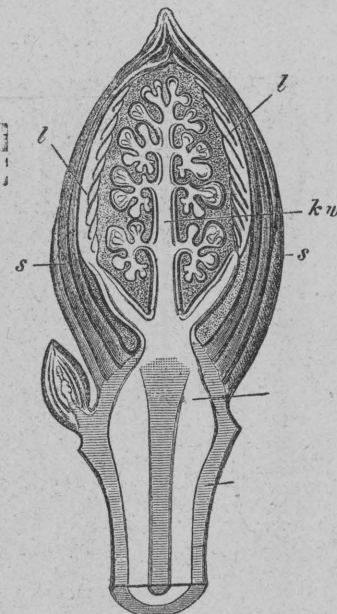


Ryc. 162. Dzielenie się komórek z części kory poprzedniej figury w silniejszym powiększeniu; przy *a* komórki co dopiero podzielone, w komórce *b* jądra *k* już przeszły ku ścianom komórki macierzystej.

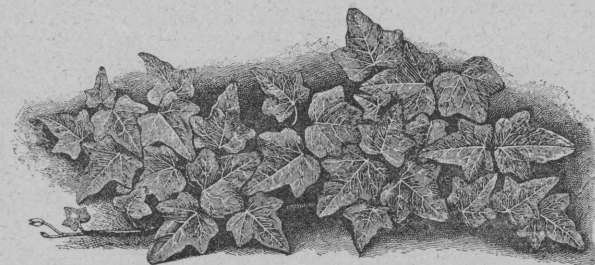
liścia, mającego czasem ogromną, kilkometrową nawet powierzchnię, może się ustawiać samodzielnie do światła, z drugiej zaś strony wicher, poruszając osobne listeczki liścia złożonego, kołysze nimi łatwiej i przyspiesza parowanie.

Blaszki liści mogą być także w rozmaity sposób wykrawane. Mogą być: wrębne, kłapowane, sieczne i to dłoniasto lub pierzasto. Części takich blaszek są mniej doskonałymi narzędziami niż listeczki liści złożonych. Mają jednak to znaczenie, że przez ich wcięcia światło przechodzi łatwiej między górnymi liśćmi do niższych. Widać to zwłaszcza na liściach całkiem pogrążonych w wodzie, które są zwykle pierzasto sieczne, pocięte na delikatne paski (Ryc. 216). Ich wycinki nie mogą zaciemniać blaszek niższych liści nawet w razie ruchów wody, któreby nimi miotaly. U łodowców z pędami płożącymi się po ziemi widać (Ryc. 164), że wcięcia blaszek liści pozwalają liściom zbliżać się do siebie, a mimo to nie zakrywać się wzajemnie, co by musiało nastąpić, gdyby blaszki były całe.

Podobnie jak gałeczki zieleni (55) posiadają i liście zdolność nie tylko zajmowania takiego położenia, które jest najodpowiedniejsze do przyswajania, ale zarazem mogą zajmować odmienne położenie w ciemności, a inne w razie zbyt jaskrawego oświetlenia, przed którym się chronią. Zjawisko to łatwo



Ryc. 163. Przecięcie podłużne pączka kasztanu; *ss* łuski, *ll* liście, *kw* kwiatostan; punktowana przestrzeń między kwiatostanem a liśćmi oznacza kutner je pokrywający.



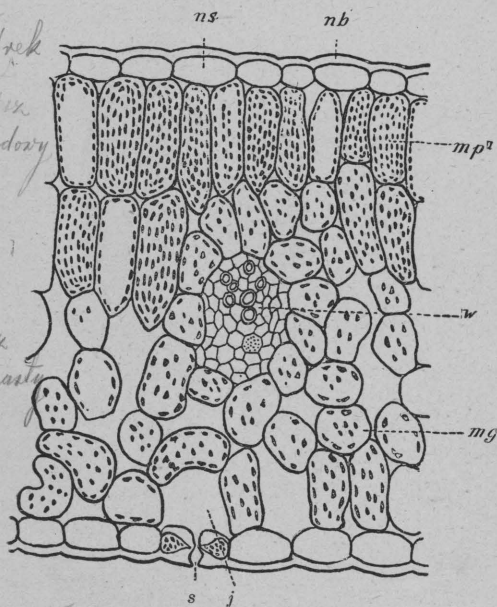
Ryc. 164. Gałązka bluszcza płożącego się po ziemi.

n. p. u pewnego gatunku sałaty (*Lactuca scariola* L.). W tym przypadku w samo południe wszystkie blaszki liści mają położenie południka danego miejsca. Takie więc rośliny nazwano kompasowymi.

obserwować, n. p. na liściach akacji (*Robinia pseudoacacia* L.), których listeczki są wrażliwe nawet na zachmurzenie w ciągu dnia, a w ciągu nocy opadają na dół. Staje się ono od razu uderzające, jeżeli pewne rośliny, chroniąc się przed zbyt jaskrawym słońcem, zwracają ku niemu krajem wszystkie swoje liście, jak to widzimy u nas,



**110. Budowa liści.** Liście są powleczone naskórką i u lądowców zwykle na spodniej ich stronie znajdują się prawie wszystkie szparki, czem się chronią od zbyt dużego parowania. Całe ciało liścia wsparte



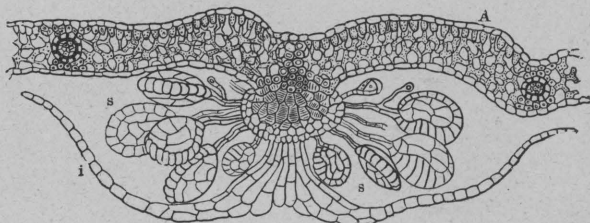
Ryc. 165. Przecięcie liścia buraka. *ns* naskórek, *nb* jego nabłonek, *mp* mięszki palisadowe, *w* włókna, *mg* mięszki gąbczaste, pod spodem widać szparkę *s* i jej jamę przeddechową *j*.

Niemale są różnice w budowie liści przystosowanych do warunków, w których roślina żyje. A więc liście roślin wodnych pogrążone całkiem w wodzie obywają się bez szparek, pływające po wodzie mają szparki na górnej powierzchni. Liście suchorostów, to jest

roślin z klimatów suchych i pustynnych, o ile istnieją (100), mają na naskórku grubą warstwę wosku, a szparki drobne, stojące nieraz w jamkowatych zagłębieniach naskórka, przez co chronią się od zbyt dużego parowania. Jeżeli liście takich suchorostów nie stoją poziomo, ale są zwi-

szkane na dół, to jest, są krajem, a nie całą powierzchnią, zwrócone do światła, jak n. p. w rodzaju *Eucalyptus* (Ryc. 167), to obie powierzchnie liścia są jednakowo zbudowane. Parnorosty są w gorszym położeniu od suchorostów,

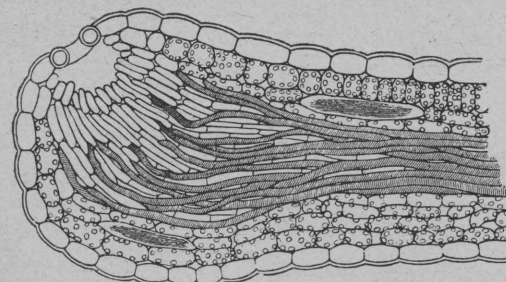
na nerwach (80) składa się z mięszki zieleniowego (84). W liściach roślin, nie rosnących w cieniu, odróżniamy od góry mięszki palisadowe (Ryc. 165), tak nazwany dlatego, że jego komórki są wydłużone i stoją obok siebie w jednym lub kilku nadległych szeregach. Ten mięszki zajęty przede wszystkim przyswajaniem węgla, zawiera też daleko więcej gałeczek zieleni, niż mięszki gąbczasty, o komórkach zaokrąglonych, zostawiających między sobą znaczne przestrzenie międzykomórkowe, który oprócz przyswajania zajmuje się też przeprowadzaniem wody i materiałów zapasowych. Liście roślin cieniolubnych zawierają nie-  
raz tylko mięszki gąbczaste i tylko taki mięszki mają także liście pa-  
proci (Ryc. 166).



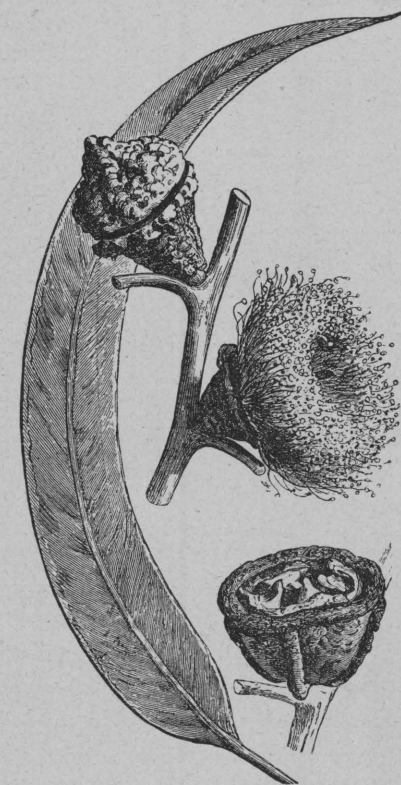
Ryc. 166. Przecięcie poprzeczne liścia paproci, *A* z którego spodniej strony wychodzą liczne zarodnie *s*, s okryte osłonką *i*.

bo żyją w klimatach, mających po peryodzie suszy — peryody deszczów, w czasie których powietrze bywa prawie zupełnie nasycone parą. O ile więc są słońco-  
lubne, muszą mieć liście przystosowane  
do obu peryodów klimatu. Z jednej strony — widzimy też u nich podobną ochronę od suszy, jak u suchorostów, z drugiej — przystosowania do pory deszczowej. Pod zwrotnikami po ulewnym deszczu słońce strasznie dopieka, a w parnym powietrzu parowanie jest utrudnione, szparki nie mogą spełniać swego zadania. To też na górnej powierzchni takich liści liczne komórki naskórka  
zamienione są w wypotniki (*hydatody*) (Ryc. 168), t. j. mają otwór, przez który woda wycieka na zewnątrz, a od kropli jej, tak wydzielonych, powierzchnia liści błyszczy się w świetle jakby obsypana dyamentami. Podobne zjawisko widać, choć w mniejszym stopniu, u niektórych naszych zielnych, słońcokochliwych roślin, n. p. bardzo wybitnie u przywrotników (*Alchemilla*) (Ryc. 135). Bardzo rano widać, ale tylko na samym kraju ich liści, w nasadzie wrębów, duże krople wody. Nie są to krople rosy, ale zbyt duża woda, wydzielona przez szparki wodne (26), które w tych miejscach stoją.

**III. Drewnienie pędów.** Podobnie jak korzeń przechodzi z wiekiem trzy stany: wrażliwości podczas wzrostu, przyswajania pokarmu przez włókna i przewodzenia wody, skoro one  
zmarniają, tak samo i pęd: rośnie zrazu  
wierzchołkiem wrażliwym na bodźce, przyswaja węgiel zapomocą liści,



Ryc. 168. Wypotnik fuksji w przekroju podłużnym; widać w środku pęczek cewek wężownicowatych, którymi woda dopływa do wierzchołkowej szpary.

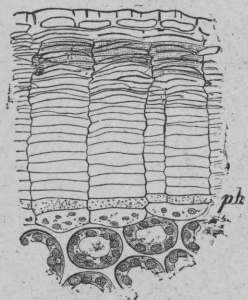


Ryc. 167. Eukalyptus; liść narysowany wierzchołkiem do góry (na drzewie wisi końcem na dół), kwiaty i owoce.

a następnie, skoro one zmar-  
niają u roślin zielnych lub  
opadną u drewniejących, prze-  
wodzi wodę i pokarmy.

Podczas drewnienia pędów naskórek, nie mogąc się rozrastać równie szybko, jak wewnętrzne tkanki, zostaje rozrywany, zsycha się i odpada, a lodyga zabezpiecza swoją powierzchnię korkiem. Korek

(Ryc. 169) jest tkanką rozrastającą się z właściwej miazgi pod naskórkiem i składa się z komórek ściśle do siebie przystających, o ścianach skorkowaciałych, zawierających tylko powietrze.



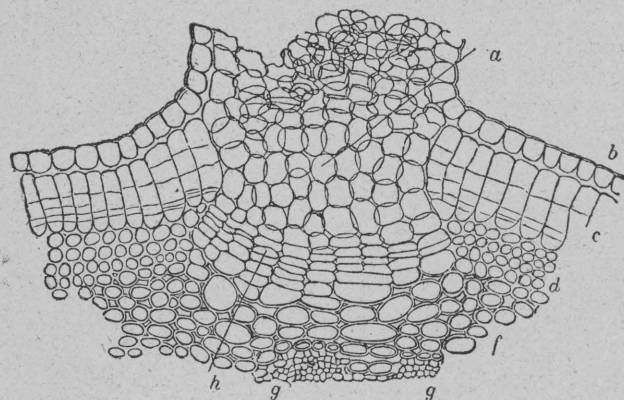
Ryc. 169. Koresz z rocznej gałązki czeremchy; *ph* miazga korkowa, z której powstała cała tkanka korka, zastępująca naskórek już obumarły.

Wśród korka znajdują się przetchliny (*lenticellae*), otwory dostarczające tkankom podkorkowym powietrza, potrzebnego do oddychania. Przetchliny widać na gałązkach zdrewniałych jako małe brodaweczki (Ryc. 170) innej barwy niż kora. Są one wypełnione komórkami korka (Ryc. 171, *a*), które od siebie odstały przez zaokrąglenie się, wskutek czego powietrze może się między nimi dostać do głębi kory.

**112. Opadanie liści.** Na pędach zdrewniałych liście opadają wskutek tego, że w ogonku koło nasady tworzy się warstwa korka, odcinająca je od łodygi. Powstaje wskutek tego na łodydze blizna po odpadłym liściu, zabezpieczająca ranę korkiem. Zanim liść opadnie, wszystkie materyały zapasowe i plazma zostają przeprowadzone przez ogonek do łodygi, w komórkach jego pozostają tylko krople żółtego barwika i kryształy szczawianu wapnia, które są wydaliny. Postać tych kryształów



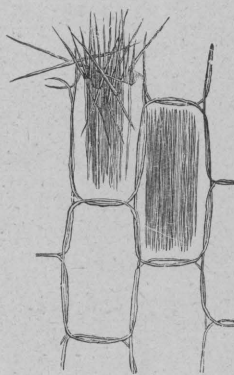
170



171

Ryc. 170. Gałązka bzu aptekarskiego (*Sambucus nigra*) z przetchlinami.  
Ryc. 171. Przecięcie przetchliny. *a* proszkowaty koresz, tworzący dostęp do środka gałązki; *b* naskórek; *c* koresz zastępujący naskórek; *d* kora pierwotna; *f, g* lyko; *h* warstwa korka, której komórki oddzielają się, tworząc proszek wypełniający przetchlinę.

Ryc. 172. Rafidy, wypełniające dwie komórki.

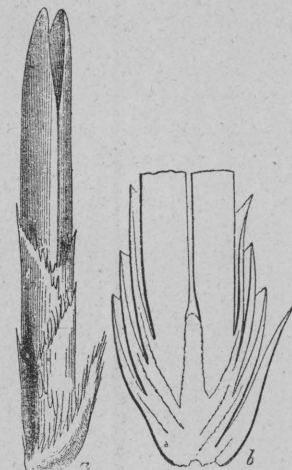


172

bywa rozmaita, ale zwłaszcza u roślin jednoliściennych są one igielkowate (rafidy) i leżą w pęczkach prawie wypełniających komórki (Ryc. 172).

W tej postaci te wydaliny są współcześnie narzędziami ochronnymi rośliny, bo spostrzeżono, że ślimaki nie nagryzają nigdy liści w tych miejscach, gdzie w tkance znajdują się rafidy, oczywiście takie iglaste kryształy kłują je. Nawet człowiek może doznawać ich skutków. Jagody tej rośliny, którą hodujemy w pokojach pod nazwą filodendronu (*Monstera deliciosa*) zawierają ich mnóstwo. Skoro ktoś je te owoce zbyt łapczywie, wbijają się rafidy do języka w takich masach, że wywołują chwilowe zapalenie, od którego język puchnie.

**113. Rozgałęzienie pędów.** Ledwo liść ma postać brodawki w pączku, a już w jego nasadzie zaczyna się rozwijać nowy stożek wzrostowy, z którego z czasem powstaje nowy pączek (Ryc. 159), a przez jego rozwój rozgałęzienie pędu macierzystego. Nie wszystkie jednak pączki, chociaż założone, rozwijają się. Żdźbła traw n. p. są pospolicie nierozgałęzione, wijące się rośliny nie mają zwykle gałęzi, u świerku co rok tylko pięć pączków pod samym wierzchołkowym pączkiem rozwija się w gałęzie, u lilaku (*Syringa vulgaris*) pączek wierzchołkowy zamiera, a rozwijają się tylko najbliższe oba boczne, przez co powstają na gałęziach co rok rozwidlenia. Nieraz choć z pączka rozwinię się pęd, przecież jego rozwój jest ograniczony i pęd staje się pędem skróconym. Pędy skrócone drzew są pospolitem zjawiskiem. Widać często pod drzewami jesienią drobne gałązki, są to właśnie pędy skrócone, które, jak mówią leśnicy, drzewo zrzuca. Pędy skrócone sosny (Ryc. 173) są z tego szczególne, że całe drzewo ma zielone liście tylko na takich pędach.



Ryc. 173. Pęd skrócony sosny, jeszcze nierozwinięty; *a* cały, widać dwa zielone liście, przytulone do siebie, a niżej luskowate, które zmarnieją; *b* na przecięciu podłużnym, widać między dwoma zielonymi liśćmi stożek wzrostowy zanikły.



Ryc. 174. Cierń tarniny, pokryte jeszcze liśćmi.

Z czasem pęd staje się skrócony przez to, że zamienił się na cierń (Ryc. 174), narzędzie obronne przed zwierzętami. Kwiaty są też pędami skróconymi.

Ponieważ pączki powstają w kątach liści, przeto stosownie do ulistnienia okółkowego lub skrętoległego i układu pędów pochodnych może być rozmaity. Staje się tem bardziej różny, stosownie do tego, czy powstałe pączki rozwijają się wszystkie w pędy wydłużone, czy po części w pędy skrócone. W każdej roślinie te stosunki są mniej więcej stałe, wskutek czego

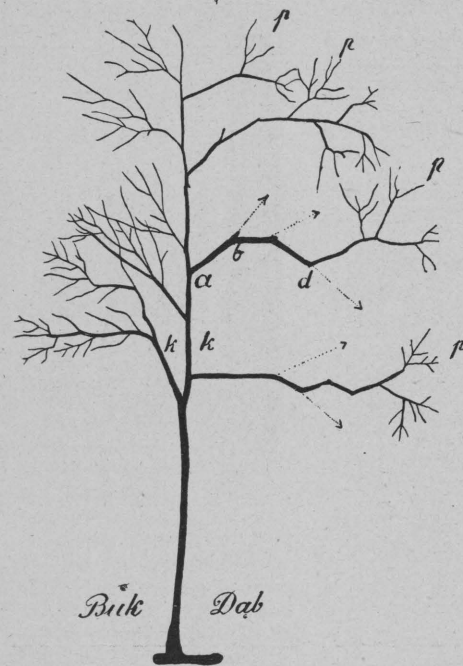


po samem ugałężeniu nawet możemy n. p. zimą rozpoznawać różne gatunki drzew (Ryc. 175), mające właśnie dlatego różny pokrój (*habitus*).

Rozmaitość rozgałęzienia pędów widać zwłaszcza w pędach kwiatonośnych, zwanych kwiatostanami (*inflorescentia*, *Blütenstand*). Możemy o nich nabyć wyobrażenia porównyując, n. p. kłos babki, grono porzeczki, baldach wiśni, koszyczek słonecznika, sierpiak kosaćca, skrętek niezapominajki, lub dwurzędkę lulku (*Hyoscyamus*).

104. Trwałość roślin. Sposób rozgałęzienia, oraz natura pędów pewnej rośliny, bądź zielnych, bądź zdrewniałych, wpływa na jej trwałość. Odróżniamy zioła i rośliny trwałe. Zioła mają zawsze tylko zielne pędy i bywają roczne lub dwuletnie. Są dwuletnie, jeżeli w pierwszym roku nie zakwitają. Rośliny trwałe mają albo pędy zdrewniałe i te nazywamy krzewami lub drzewami, albo nie mają zdrewniałych pędów tylko zielne i takie nazywamy bylinami.

Zioła zużywają wszystkie swoje materiały zapasowe na wytworzenie

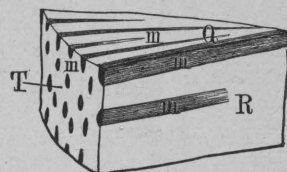


Ryc. 175. Zarys rozgałęzienia buku i dębu. Oba drzewa zrzucają gałęzie (pędy skrócone), ale buk zrzuca tylko boczne, gałęzie zaś dębu przestają co rok rosnąć wierzchołkiem (w kierunku strzałki), przez co tylko na kraju korony drzewa są pędy p, p, p liściaste; k, k kąty, pod którymi rozchodzą się gałęzie z pnia.

kwiatów i nasion, a rośliny trwałe z corocznie wyrobionego pokarmu przeznaczają tylko część na kwiaty i owoce, resztę zaś zachowują do następnego roku na rozwój nowych pędów.

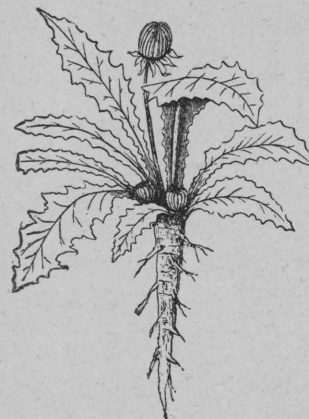
Drzewa i krzewy chronią się od niszczących je zwierząt przez drewnienie pędów, bo chociaż liście będą objedzone, to z pączków pozostałych mogą rozwinąć się w następnym roku nowe pędy. Ich pączki otoczone są łuskami zimotrwałymi.

Masa drewna wytwarzana corocznie przez miazgę nie tylko jest szkieletem, ale zawiera, podobnie jak łyko, promienie rdzenne (Ryc. 176), w których gromadzą się materiały zapasowe. Widać



Ryc. 176. Kawalek drewna wycięty z pnia bez kory dla pokazania przebiegu promieni rdzennych m. T powierzchnia drewna, Q przecięcie poprzeczne, R przecięcie po promieniu.

to na przekroju jakiejkolwiek gałęzi jesienią, której promienie rdzenne pod wpływem roztworu jodu barwią się na fioletowo.



177



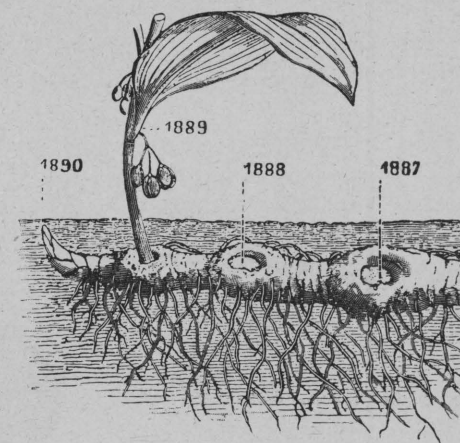
178

Ryc. 177. Wielogłowy korzeń mniszka (*Taraxacum officinale*), za którego pomocą ta korzeniasta bylina zimuje.

Ryc. 178. Kosaciec. A kłącze, przytwierdzone do ziemi zapomocą korzeni przybyszowych k, wypuściły z wierzchołków rozgałęzień pędy ulistnione; jeden kwitnie.

Ryc. 179. Kłącze krówki (*Polygonatum vulgare*). Widać po śladach, jak wypuszczało co rok, od 1887 do 1890, pędy nadziemne; sam wierzchołek nie wychodzi nigdy ponad ziemię, kłącze jest nieskończone.

Ryc. 180. Szafran (*Crocus vernus*) kwitnący, obok bulwa cała.



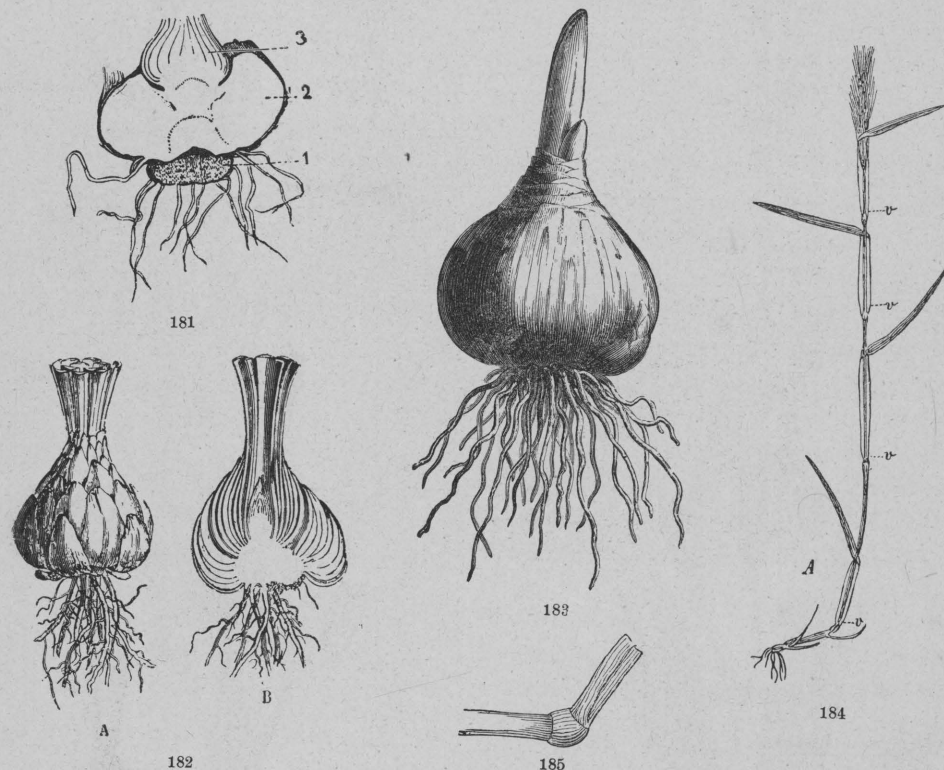
179



180

W bylinach materyały zapasowe zbierają się w podziemnych częściach, rzadko w korzeniach, pospolicie w pędach. Jeżeli łodyga takich pędów jest zgrubiała, nazywamy ją kłęczami albo bulwami, jeżeli są grube, łuskowate liście, cebulami.

**115. Byliny korzeniaste.** Niezbyt liczne rośliny, jak n. p. z pospolitych



Ryc. 181. Przecięcie podłużne bulwy szafranu. 1 resztkę bulwy z przed 3 lat; 2 bulwa zeszłoroczna; 3 ucięty wierzchołek tegorocznej kwitnącej bulwy.

Ryc. 182. Łuskowata cebula lilii. A cała, B przecięta; na jednej i drugiej widać od góry ucięte pod nasadą zielone liście, wychodzące ponad ziemię.

Ryc. 183. Powłoczysta cebula hyacyncu, widać pączek pędu nadziemnego, wychodzący z pośród powłok.

Ryc. 184. Żdźbło trawy, rosnące przez wydłużanie się międzywęźli w miejscach c, c.

Ryc. 185. Kolanko, położone poziomo, pod wpływem ciężenia rozrosło się więcej od strony dolnej.

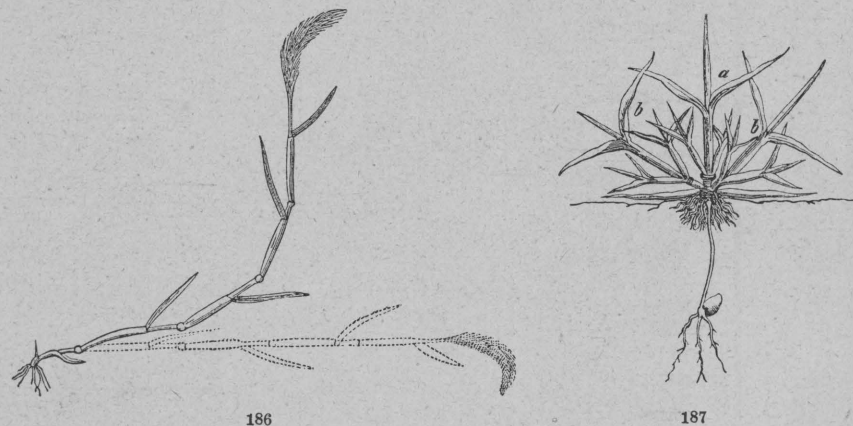
mniszek (Ryc. 177) (*Taraxacum officinale*), lub koniczyna, mają gruby i wielogłowy korzeń, który ze swego wierzchołka wypuszcza co rok zielne pędy. Inne rośliny, jak n. p. z pospolitych: powoik (*Convolvulus arvensis*), albo pewne osty, tworzą na bocznych korzeniach pączki przybyszowe, z których w następnym roku powstają nowe rośliny.

**116. Kłęcza** są to pędy tak przystosowane do podziemnego życia, że

prawie całkiem tracą liście, a mają tylko łodygę wydłużoną różnej grubości, jak n. p. u perzu, konwalii, tataraku, kosaćca. Rozchodzą się zwykle poziomo pod ziemią, tworzą liczne korzenie przybyszowe i wypuszczają z wierzchołka (Ryc. 178) albo z bocznych pączków (Ryc. 179) nadziemne zielone pędy. Skoro te przekwitną, ich materyały zapasowe chronią się do kłęczy i zostają zużyte w następnym roku do wytworzenia w ten sam sposób nowych pędów zielnych.

**117. Bulwy.** Kłęcza krótkie i pękate, n. p. u ziemniaków, mieczyka (*Gladiolus*), szafranu (Ryc. 180, 181), nazywamy bulwami. *(materyały zapasowe mają kształt)*

**118. Cebule.** O ile byliny z kłęczami są pospolite u roślin rosnących w klimatach zimnych i górskich, o tyle byliny z cebulami są najpospolitsze wśród roślin z klimatów suchych i gorących. W cebulach (Ryc. 182,



Ryc. 186. Żdźbło trawy powalone, dźwiga się na kolankach.

Ryc. 187. Wykiełkowane żyto krzewi się; a pęd główny; b, pędy pochodne, na których powstają już nowe.

183), przeciwnie jak w kłęczach — łodyga jest słabo rozwinięta, ma postać stożkowatą, od dołu jakby uciętą i z tej piętki wypuszcza co rok korzenie przybyszowe. Materyały zapasowe, zebrane przez nadziemne zielne pędy, bywają w cebulach składane w liściach mięsistych łuskowatych albo powłoczystych. *(materyały zapasowe mają kształt)*

**119. Postaci zielnych pędów.** Wielka jest różnorodność zielnych pędów roślin i bylin. Do najkunsztowniejszych należą żdźbła traw.

Ich łodygi są dęte, to znaczy w międzywęźlach puste, a w węzłach — zwanych kolankami, pełne. Dętość łodyg, które są zatem jak rurki z przegródkami w kolankach, sprawia, że są mocne (79); wzmacnia ich wytrzymałość skrzemienie błon i ta jeszcze okoliczność, że każde międzywęźle otoczone jest na całej długości tutkowatą pochwą liścia. Ale pochwy te mają jeszcze inne ważniejsze znaczenie, bo zabezpieczają rosnące żdźbła od złamania. Żdźbła wydłużają się bowiem w ten sposób, że każde międzywęźle łodygi rośnie tylko



w dolnej swej części nad kolankiem (Ryc. 184, v), całe źdźbło jest więc w tych miejscach najwęższe. Jeżeli obnażyć niewyrośnięte jeszcze źdźbło z pochew liściowych, to dość niem poruszyć, żeby się złamało w którymś z tych miejsc wątych. Pochwy te więc chronią rosnące źdźbła od złamania. Skoro źdźbła wyrosną, to tylko kolanka zachowują zdolność rozrastania się w razie, jeżeli źdźbło wyjdzie z pionowego położenia, jeżeli n. p. zostanie powalone wiatrem. W takim razie kolanko zaczyna się rozrastać i to pod wpływem ciężenia niejednostajnie, tak zatem, jak każda rosnąca łodyga położona poziomo (89), to jest, że jego dolna część rośnie rychlej (Ryc. 185), przez co staje się dłuższa od górnej i dźwiga tym sposobem całą górną część źdźbła w górę. Źdźbła traw mogą się więc podnosić na kolankach (Ryc. 186). Źdźbła traw rozgałęziają się przy samej nasadzie pierwszego pędu (zboże krzewi się), a wyrastające pędy (Ryc. 187) wskutek krzywienia się dolnych kolanek dźwigają się też w górę i dlatego w kępach traw wszystkie źdźbła stoją pionowo.

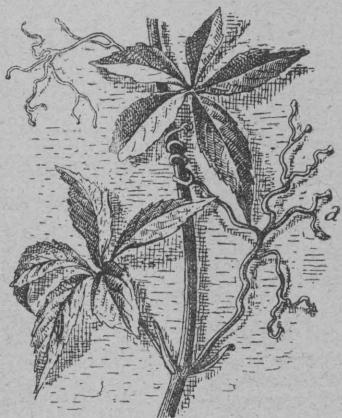
Wątle pędy zielne albo płożą się po ziemi, albo wznoszą się w górę po uchwytnych podporach, jakie na drodze wzrostu spotkają; tak zachowują się rośliny wijące się i czepne.

Rośliny wijące się mają pędy zwykle nierozgałęzione (Ryc. 188), ich wierzchołek ro-

Ryc. 188. Chmiel wijący się. Jego wierzchołek jest bardzo wydłużony, bo ma jeszcze niezupełnie rozwinięte liście, co mu ułatwia owijanie się około podpory; utwierdza się zaś łatwo koło niej zapomocą kotwicznych włosów (por. Ryc. 137 A).

snący jest stosunkowo bardzo długi i stąd okryty niezupełnie jeszcze rozwiniętymi liśćmi. Jak każdy wierzchołek rosnący pędu i korzenia, porusza się on w przestrzeni, kołuje. Przez to, że jest tak długi, podczas kołowania tem łatwiej może spotkać się z jakąś podporą. Jeżeli się z nią zetknie, zostaje podrażniony w ten sposób, że strona zetknięta zaczyna wolniej rosnąć od zewnętrznej, wskutek czego i cały pęd zaczyna się kolejno wic koło podpory. Ułatwiają mu nie-raz przyleganie do podpory zadzierzyste włosy łodygi (Ryc. 137, A, B).

Rośliny czepne wznoszą się w górę albo zapomocą korzeni przyby-



Ryc. 189. Dzikie wino (*Ampelopsis quinquefolium*) rozplaszczające końce wąsów w łapki a na murze.

szowych łodygi, jak n. p. w bluszczu (Ryc. 155), albo są roślinami pnąciami się zapomocą wąsów (93). W niektórych pnących się roślinach, jak n. p. u dzikiego wina (*Ampelopsis hederacea* D. C.), wąsy nie okręcają się koło napotkanych podpór, ale zetknąwszy się z nimi (Ryc. 189), rozplaszczają się w łapki, które mocno się przytwierdzają.

**120. Przystosowanie się pędów do środowiska.** Dość jest porównać jakąś roślinę całkiem pogrążoną w wodzie — z łądową, wyrosłą na słońcu, lub inną krajową cieniu- lubną — z takim parnorostem, jak trzymany w pokojach fikus (*Ficus elastica*) (Ryc. 193), lub z takimi suchorostami, jak kaktusy (Ryc. 191), żeby spostrzedz, jak wielki wpływ ma środowisko na postać pędów.

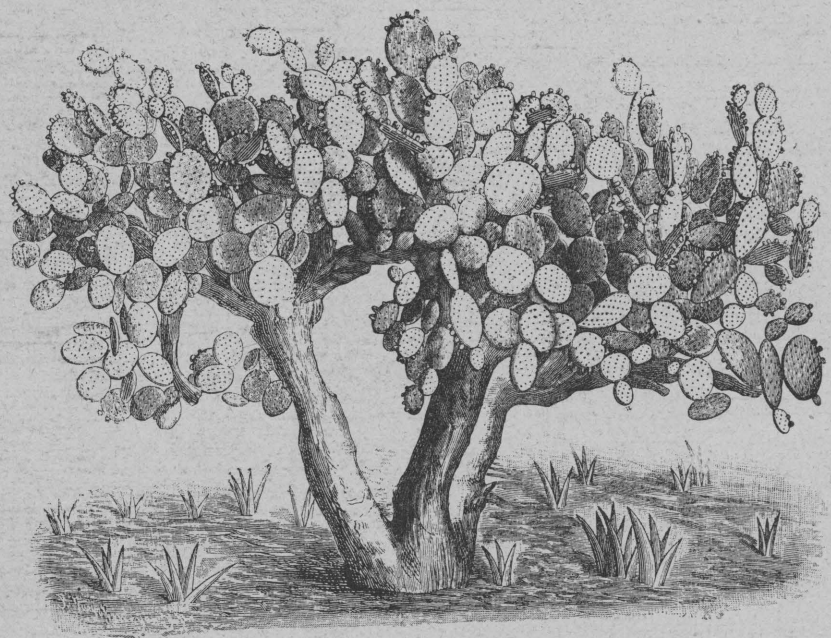
Nigdzie to przystosowanie nie występuje tak jaskrawo w przeciwstawieniu do innych łądowców, jak u suchorostów. Suche i gorące powietrze stwarza klimat niesprzyjający rozwijaniu się listowia, bo pędy muszą się chronić i od zbyt-ecznego parowania i od niszczącego wpływu jaskrawego światła na galczki zieleni. To też w związku z tem widzimy u typowych suchorostów albo zwieszanie się liści na dół i ustawianie się ich blaszek krajem do światła (110), albo pospoliciej zatracanie się blaszek liściowych. W tym ostatnim razie rolę ich obejmują bądź łodygi pędów, bądź ogonki liści. Pędy asymilujące suchorostów nazywają się gałęziakami (*cladodium*) i wyglądają nieraz bardzo szczególnie (Ryc. 190); czasem jak liście (Ryc. 190, 3). Ściśle biorąc, i pędy kaktusów (Ryc. 191) są takimi gałęziakami, w których nic z liści nie pozostało, tylko pęczki kolców. Nazywamy liściakami (*phyllochia*) ogonki liściowe, które zatraciły



Ryc. 190. Gałęziaki suchorostów. 1. *Colletia cruciata*; 2. *Carmichelia australis*; 3. *Phyllanthus speciosus*. W ostatnim na liściastych skróconych pędach (gałęziakach) widać kwiaty.

blaszki (Ryc. 192), rozplaszczyły się i stoją wzniesione w górę, krajem do światła.

W parnorostach, nie tylko wewnętrzna budowa liścia jest przystosowana (110) do klimatu nasyconego parą w deszczowej porze. Wogóle bujność roślinności jest tam największa, wzrost bardzo szybki tak, że trzecholetnie nawet drzewa mogą niekiedy dochodzić kilkunastu metrów wysokości, tam liście mogą się swobodnie rozwijać. Widzimy na fikusie (Ryc. 193), że są grube i ciemnozielone od mnóstwa gałeczek zieleni, bo pod równikiem światło, działając energiczniej, dochodzi głębiej do tkanek, niż u nas. Światło jest tam nawet zbyt jaskrawe, więc



Ryc. 191. Opuncja jako typ kaktusów z polciami.

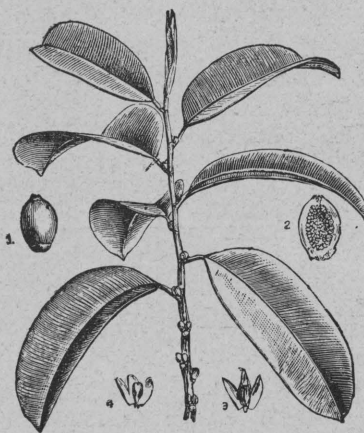
cały liść powleczoney jest grubym nabłonkiem, napiętym, lśni się, przez co częściej promieni światła zostaje odbita. Liść jest tegi i całobrzegi, co go chroni od poszarpania przez huragany. Liście naszych roślin są pospolicie ęme, a ich powierzchnia jest namakająca, woda powoli z nich obsycha. Liść fikusa jest nienamakający i spływający, bo woda, którą go polewamy, spływa zaraz środkiem blaszki przez koniec, który u wielu słońcolubnych parnorostów jest rynienkowato zakończony, co ułatwia odpływ wody. Ledwo więc deszcz przejdzie, liść rychło obeschnięty może niebawem rozpocząć parowanie. Ale gładkość liści takich roślin ma jeszcze inne znaczenie. Liście naszych słońcolubnych roślin są zwykle kosmate, czem się chronią od zbytelnego parowania; odmiany n. p. macierzanki na słońcu rosnącej są kosmate, a w cieniu rosnące mają liście gładkie. Gładkość i spływalność liści parnorostów słońcolubnych są to też przystosowania ochronne od narostów z grupy niższych roślin, jak: glony, porosty, mchy, które je często porastają.

I u nas wiatr unosi ich zarodniki w powietrzu jak pod równikiem, ale u nas na liściach rozwijać się nie mogą, bo powietrze jest suche; tam, gdzie jest parno, a liście są trwałe, nie temu nie stoi na przeszkodzie. Narosty takie osiadałyby tem łatwiej, gdyby liść nie miał gładkiej i spływającej powierzchni. Jedną utrudnia osiadanie narostów, druga przyczynia się do tego, że deszcz spłukuje ich zarodniki naniesione wiatrem.

W miarę przenoszenia się od równika ku biegunom albo wznoszenia się od podstaw Alp ku ich szczytom, zmienia się klimat i staje się ku kresowi drogi polarnym. Na cały okres wegetacji pozostaje tu niekiedy tylko kilka tygodni, przez resztę roku wszystko musi żyć utajonem życiem pod śniegiem. Masy śniegu zgniotłyby swym ciężarem roślinność, któraby śmiała tu bujać w górę, a skoro on stopnieje, grozi jej wobec



Ryc. 192. Acacia heterophylla. Niektóre liście złożone zachowały jeszcze listeczki, inne mają tylko liściaki.

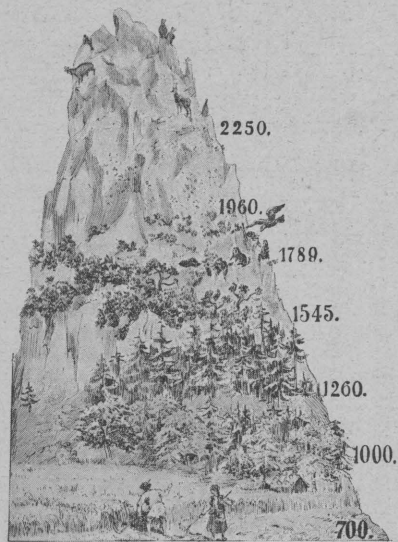


Ryc. 193. Fikus (Ficus elastica), hodowany w pokojach; jedno z drzew dających kauczuk.

panujących silnych wiatrów, zbyt wielka utrata wody podczas parowania. Wszystko więc przytula się do ziemi (Patrz kolorową tablicę). W naszych Tatrach podobnie jak wszędzie w Alpach, drzewa na pewnym wzniesieniu karłowacieją, granicę leśną (Ryc. 194) stanowi obszar płożącej się koso-drzewiny (*Pinus montana* Du Roi.). Poza nią wyżej rosną alpejskie przyziemne zioła i byliny z płożącymi się kłaczami; jeżeli zabłąka się jakaś alpejska wierzba (Tablica fig. 3), to wygląda jak bylina, bo wcale nie wznosi swoich pędów w górę. Ten wpływ alpejskiego klimatu jest tak wybitny, że wiele roślin z równin wysianych w Alpach od razu bierze postać przyziemną



(Ryc. 195). Bulwy (*Helianthus tuberosus*) posadzone na takich wysokościach nie odrastają też od ziemi, ale rozkładają na niej płasko swoje liście (Ryc. 196). Jeszcze wyżej porastają tylko mchy, glony, porosty, a na wiecznych śniegach tylko wyjątkowo spotyka się żyjące istoty, między nimi i krwotoczek (*Haematococcus pluvialis*), glon barwiący śnieg czerwono na znacznych nawet przestrzeniach.



Ryc. 194. Rozmieszczenie pionowe roślin tatrzańskich. Do wys. 1000 m. udaje się jeszcze hodować owoce. Powyżej, do 1545 m., rozciągają się na północnej, polskiej stronie regle, to jest lasy, z początku (od 1000—1260 m.) mieszane (świerk z bukiem i jodłą), a powyżej (1260—1545 m.) utworzone z samych świerków. Od 1545 do 1960 m. rozciąga się kraina kosówki, tworzącej niżej (1545—1789 metrów) zwarte lano, a rozrzuconej wyżej (1789—1960 m.). Kraina roślin alpejskich zajmuje pas do 2250 m. Powyżej rośliny nasienne już nie rosną i leżą płaty wiecznego śniegu.

chni wody mają blaszki spływające i całobrzegie; szparki znajdują się na górnej ich powierzchni (Ryc. 198, b); a ogonki ich są zdolne rosnąć w miarę przyprływu wody, wskutek czego blaszki nie mogą się dostać pod wodę. Są rośliny, które mają rozmaite liście wodne i odrębne powietrzne na tym samym pniu (Ryc. 198).

Wymianę gazów ułatwiają wodorostom wielkie przewody powietrzne (Ryc. 197) stanowiące przeważną część ich ciała, przez co ich ciężar ga-

Wpływ środowiska występuje wybitnie i u wodorostów. Warunki fizyczne nie tylko są zmienione przez to, że rośliny żyją w innym żywiole jak powietrze, wchodzi tu w grę przede wszystkim brak tlenu. Gazy powietrza nie rozpuszczają się w wodzie jednakowo; kwasu węglowego jest stosunkowo więcej jak w powietrzu, tlenu znacznie mniej, wogóle jest gazów tem mniej, im temperatura jest wyższa. Ciepło jest w wodzie bardziej jednostajne, światło w głębokości 10 metrów jest już niedostateczne do wychowu roślin naziemnych, tylko glony i mchy schodzą głębiej.

Przystosowanie się wodorostów polega na różnym rozwijaniu się blaszek liściowych. W głębokich wodach stają się one równowazkie (Ryc. 254), przez co chronią się od poszarpania przez silne prądy. Liście unoszących się w spokojnej wodzie roślin są zwykle pocięte na wązkie strzępy (Ryc. 216), wskutek czego mając większą powierzchnię, łatwiej zdobywają sobie tlen, a zarazem światło dochodzi przez szpary wyższych do niższych. Liście pływające po powierzchni

tunkowy zostaje zmniejszony do tego stopnia, że mogą unosić się pod poziomem wody (Ryc. 254) lub pływać po wodzie (rzęsy, salwinia). U rzęsy zgromadzona pod jesień skrobia zwiększa ich ciężar gatunkowy, przez co opadają na dno wód, gdzie zimują, a skoro zużyją skrobię, na wiosnę — pozbawione jej — dzięki przewodom powietrznym znów wypływają na powierzchnię.

**121. Pędy służące do rozmnażania.** Wici, rozłogi, rozmnóżki i kwiaty są pędami przystosowanymi do rozmnażania osobników. Wici (*flagellum*) mają lodygi pokryte tylko łuskami. Rosną wierzchołkiem, a od czasu do czasu wydają z kątów łusek pączki, pod którymi wyrastają



Ryc. 195. Wdówki (*Helianthemum vulgare*). N z równiny, G z Alp. Wielkość w obu razach jednako zmniejszona.

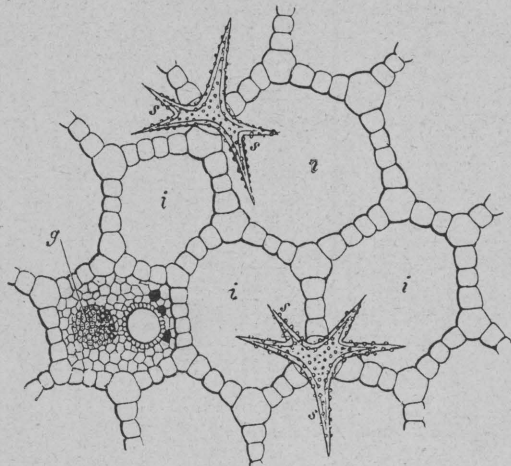


Ryc. 196. Bulwy (*Helianthus tuberosus*). A roślina wyrosnięta na równinie, B wyhodowana w Alpach, C ta sama alpejska powiększona.

korzenie przybyszowe, przez

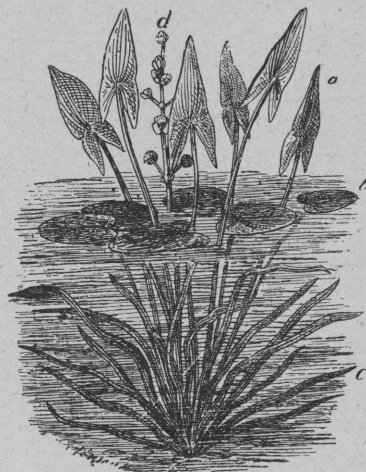
co powstają nowe osobniki, jak n. p. u poziomki (Ryc. 199). Rozłogi (*stolo*) są to pędy ulistnione zwykłymi liśćmi, ale płozące się i tworzące wskutek tego nowe osobniki, że ich wierzchołek może się zakorzenić, n. p. u niedospiałka (*Hieracium pilosella*) (Ryc. 200) i u dąbrówki (*Ajuga reptans* L.). Martwa pokrzywa (*Lamium album* L.) posiada i podziemne kłącza i nadziemne rozłogi, dlatego jest tak uprzykszonym chwastem. Roz-

mnożki (bulbilli) są to pączki, które przed rozwinięciem się odpadają od pędu, na którym powstały, i mogą, padlszy na ziemię, zakorzenie się



B

197



198



199



200

Ryc. 197. Przecięcie łodygi rośliny wodnej (Nuphar) z wielkimi przewodami powietrznymi *i*; *s* włosy tęgie, odgrywające rolę szkieletu; *g* wiązka.

Ryc. 198. Uszyca (*Sagittaria sagittifolia*). *a* liście powietrzne grube i sztywne; *b* liście pływające dość grube ale miękkie; *c* liście zanurzone, bezogonkowe, cienkie i giętkie.

Ryc. 199. Wici poziome.

Ryc. 200. Niedoszpalek (*Hieracium pilosella*), tworzący rozłogi (znacznie zmniejszony).

i wyrosnąć w nowy osobnik. Widzimy je, n. p. co wiosnę w kątach liści pszonki (*Ficaria verna* Huds.), lub w kwiatostanach niektórych gatunków cebuli (*Allium*) zamiast kwiatów.

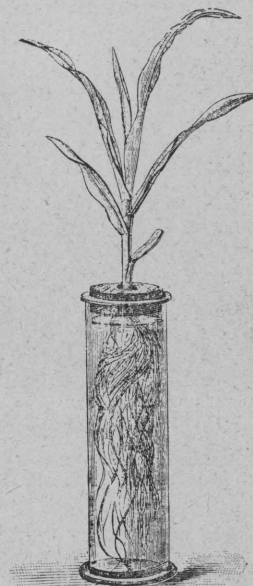
**122. Pączki przybyszowe.** Podobnie jak na pędach — mogą powstawać korzenie przybyszowe (84), tak i na korzeniach — mogą powstawać pędy, które nazywamy przybyszowymi. Zdarza się też, że w pewnym miejscu łodygi (nie w kącie liścia), albo na samych liściach powstają pączki, rozwijające się w pędy, i takie nazywają się pączkami przybyszowymi. Ogrodnicy, umieszczając liście na wilgotnym piasku n. p. begonii, albo wtykając ich ogonek w wilgotny piasek n. p. kamelii, wywołują nieraz powstawanie takich pączków przybyszowych w celu rozmnażania roślin. X

## 5. Żywienie się i oddychanie.

**123. Żywienie się w ogólności.** Normalnie wszystkie pierwiastki dostają się do rośliny pod postacią wodnych roztworów soli mineralnych przez korzenie. Z korzeni płynie ten sok naczyniami do liści, gdzie w galeczkach zieleni wyrabia się z kwasu węglowego materya organiczna. Z materyi organicznej i pierwiastków przyniesionych w postaci soli mineralnych powstają ciała białkowe, stanowiące istotę plazmy. Podobnie jak skrobia będąc nierozpuszczalną w wodzie, zamienia się na glikozę, żeby mógł przenikać przez błony, tak i ciała białkowe — o ile są w wodzie nierozpuszczalne — zamieniają się na połączenia zwane amidami, jak n. p. asparagina wzoru  $C_4H_8N_2O_3$ , i w tej postaci przenikają przez błony. Ale wszystkie materyały zapasowe — nawet w nierozpuszczalnym stanie — aby tylko w znacznym rozdrobnieniu, mogą przez rurki sitkowe spływać na dół ku korzeniom i odżywiać je. Sposób jednak, w jaki pokarm zostaje zdobywany przez rośliny jest rozmaity i pod tym względem możemy rozróżnić rośliny: samożywne, grzybożywne, prątkożywne, owadożerne, oraz pasorzyty.

**124. Rośliny samożywne** nie potrzebują do swego rozwoju innych pokarmów jak związki nieorganiczne (16). Pospolicie asymilują węgiel zapomocą pędów, ale są narosty z zielonymi korzeniami (104) powietrznymi, a nawet takie, które przyswajają węgiel wyłącznie zapomocą zielonych korzeni (105), bo mają pędy bezzieleniowe.

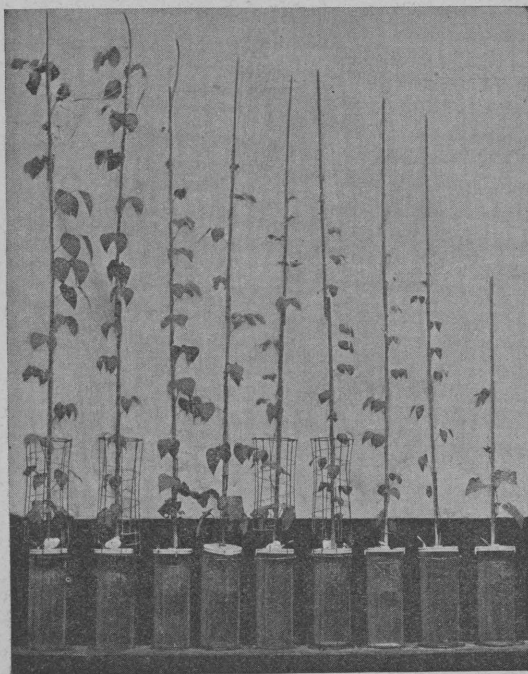
Rośliny samożywne można hodować, zanurzając ich korzenie w wodzie (Ryc. 201), zawierającej w odpowiednim składzie i znacznym rozcieńczeniu sole mineralne. Ciecz n. p. zawierająca na 1000 centymetrów



Ryc. 201. Hodowla kukurydzy w wodzie, zawierającej w rozpuszczeniu pokarm zupełny soli mineralnych.



sześciennych wody 1 gram azotanu wapnia,  $\frac{1}{2}$  grama chlorku potasu, oraz po  $\frac{1}{4}$  grama siarczanu magnezu i fosforanu potasowego, może dostarczyć im należytego pokarmu mineralnego, nie tylko do wzrostu ale do zupełnego rozwoju, to jest do wydania kwiatów i owoców. Usuwając z cieczy



A B C D E F G H I

Ryc. 202. Porównawcze hodowle wodne fasoli z pracowni prof. Godlewskiego. Roślina w naczyniu A miała pokarm zupełny; w B bez siarki; w C bez chloru; w D bez magnezu; w E bez żelaza; w F bez potasu; w G bez azotu; w H bez fosforu; w I bez wapnia. Uderza, że roślina w naczyniu A (bez siarki) wyrosła tak dobrze jak roślina w naczyniu A z pokarmem zupełnym, ale to nie dowodzi, żeby fasola mogła się obyć bez siarki, tylko, że ma jej zapas w nasieniu, który do tego stopnia rozwoju jeszcze całkiem wystarczył.

gleby, zwłaszcza obfitość lub brak wapna najwybitniej dają się dostrzegać. Kasztan słodki nie znosi wapna, a na torfowiec (Ryc. 86) lub rośnik (Ryc. 212) działa wapno wprost trująco. Ta różnica roślin lubiących wapno lub obywatujących się bez niego występuje wszędzie uderzająco, zwłaszcza zaś w Alpach, gdzie nieraz z dwu zboczy jedno jest granitowe (Ryc. 203), drugie zaś mające za podkład wapienną opokę (Ryc. 204).

żywiającej jeden z pierwiastków, można się przekonać, o ile na tem cierpi rozwój rośliny (Ryc. 202). Przez takie wodne hodowle przekonano się, że pewne pierwiastki n. p. sód albo krzem znajdujące się niekiedy w znacznych nawet ilościach w popiołach roślin, nie są konieczne potrzebne do ich życia. Z tych zaś, które są konieczne potrzebne (4), każda roślina zużywa jednych mniej, drugich więcej; skoro jednak z cieczy żywiającej (a zatem tak samo z gleby) pewien pierwiastek zostanie wyczerpany, to tego braku nie może zastąpić chociażby największa ilość innych pierwiastków. A więc n. p. rola obfitująca we wszystkie pierwiastki w braku tylko potasu jest nieurodzajna i tylko nawożenie jej solami potasowymi może wrócić jej płodność.

Skład chemiczny gleby zależy od skał, przez których wietrzenie pewna rola powstała. To też roślinność pewnych okolic zależy także i od składu

**125. Hodowla roślin.** Człowiek uprawiając glebę i hodując na niej różne rośliny, zabiera z ziemi z plonami mnóstwo soli mineralnych, wskutek czego gleba się wyjaławia. Znaczna część plonów bywa wywózona do miast. W miastach nie czystości — powstałe właśnie z plonów ziemi — odpływają do rzek, które niosą do morza także wypłukane z gleby przez deszcz sole, stracone tak bezpowrotnie dla hodowli.

Doświadczenia wykazały, że dodając do gleby sztuczne nawozy, jak saletrę chilijską (azotan sodowy), sole z Kałusza (zawierające potas), mączkę Thomasa (z fosforanami), otrzymuje się plony bez porównania obfitsze jak z ziemi wzbogaconej tylko nawozem stajennym. Narody, których gospodarstwa prowadzone są rozumnie, przez rolników



Ryc. 203. Rośliny alpejskie, cechujące granit. 1. *Artemisia glacialis*. 2. *Silene saxifraga*. 3. *Androsace carnea*. 4. *Primula viscosa*. 5. *Rhododendron ferrugineum*.



Ryc. 204. Rośliny alpejskie, cechujące wapień. 1. *Gentiana lutea*. 2. *Dianthus alpinus*. 3. *Campanula thyrsoidea*. 4. *Achillea*. 5. *Androsace lactea*.

nie, przez rolników wykształconych w zawodowych szkołach i używających sztucznych nawozów, zbierają z takich samych obszarów trzy razy obfitsze plony jak u nas. Narody te bogacą się też coraz więcej, bo rola dobrze uprawna jest warsztatem stanowiącym podstawę narodowej zamożności.

W Polsce gospodarstwa są zaniedbane;

narzędzia postępowe nie są w powszechnym użyciu, brak jest dbałości o staranną uprawę roli, a przede wszystkim niema dość wykształconych rolników. Jeżeli nie wszystko, to dużo pozostaje nam na tem polu do zrobienia, żeby się zrównać z zachodem.

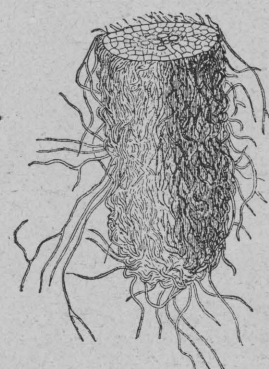
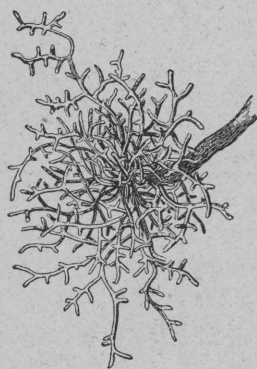
To też każdy, oddając się dziś zawodowemu rolnictwu, nie tylko może znaleźć doskonały kawałek chleba, ale może przyczynić się w znacznej mierze do pospolitego dobra. Rzucajmy się do wolnych zawodów, do przemysłu, handlu, a przede wszystkim do rolnictwa, którego warsztat — nasza polska ziemia — jest właśnie w naszym ręku. Jest naszym obowiązkiem nie tylko ją dzierżyć, ale podnosić jej wartość. Na małym kawałku ziemi starannie i rozumnie uprawianym można zapewnić sobie byt zupełnie niezależny.

**126. Rośliny grzybożywne.** Mnóstwo roślin zielonych posiada zdolność wchodzić, przynajmniej przygodnie, we współzycie z opilśniami (50). Grzybożylność wyższych roślin jest tak pospolitem zjawiskiem, że tylko wśród niewielu rodzin, jak paprotki (*Polypodiaceae*), skrzypy (*Equisetaceae*), turzyce

(*Cyperaceae*) i krzyżowe (*Cruciferae*), nie spotykamy jej wcale, podobnie jak wśród roślin wodnych



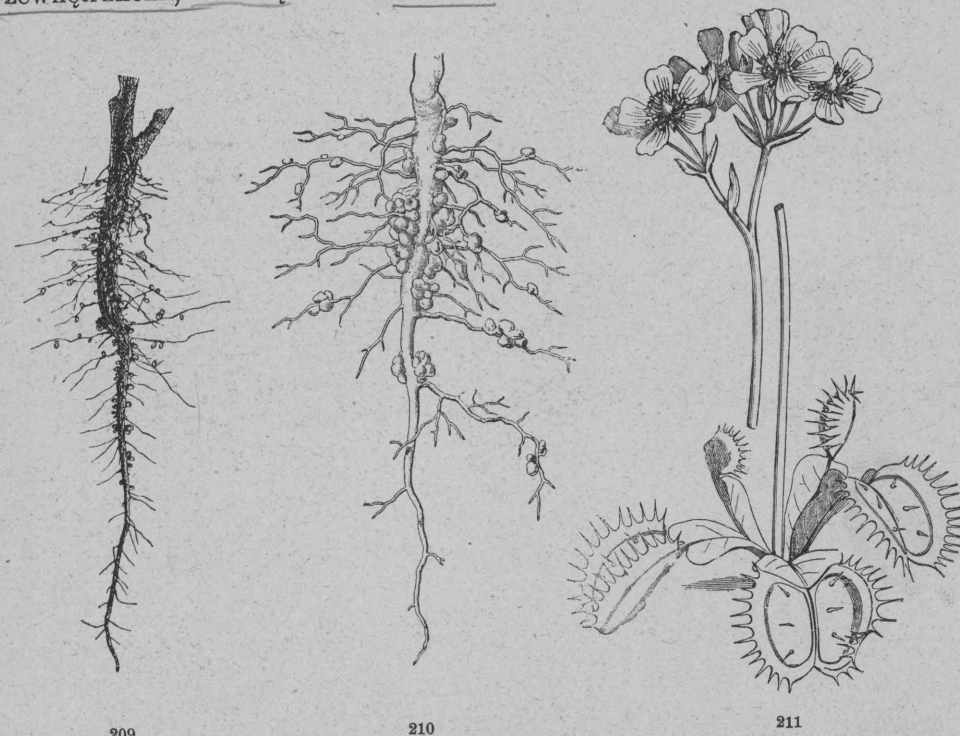
Ryc. 205. Korzeniówka (*Monotropa hypopitys*).  
Ryc. 206. Gniazdosz (*Neottia nidus avis*).



Ryc. 207. A krótkie korzenie z opilśniami z białodrzewu (*Populus alba*); B koniec korzenia buku (*Fagus silvatica*), otoczony opilśnią. — Ryc. 208. Strzępki opilśni b, wchodzą przez włóknik a do głębi bulwki storczyka (*Listera ovata*) i rozwijają się w głębi kory c, gdzie zostaną strawione.

wogóle. Takie wybitnie samożywne rośliny nie mogą wcale rosnać w próchnicy i dlatego rośliny krzyżowe wcale w lasach nie rosą. Naodwrot wrzosowate (*Ericaceae*), wiele storczyków zielonych i bezzieleniowych, n. p. gniazdosz (Ryc. 206) oraz korzeniówka (Ryc. 205) mogą żyć tylko w próchnicy zajętej przez opilśnie. Odróżniamy opilśnie zewnętrzne i wewnętrzne.

Korzenie roślin grzybożywnych wchodząc w symbiozę z opilśniami zewnętrznymi, tworzą nieraz krótkie, bogato rozgałęziające się korzonki

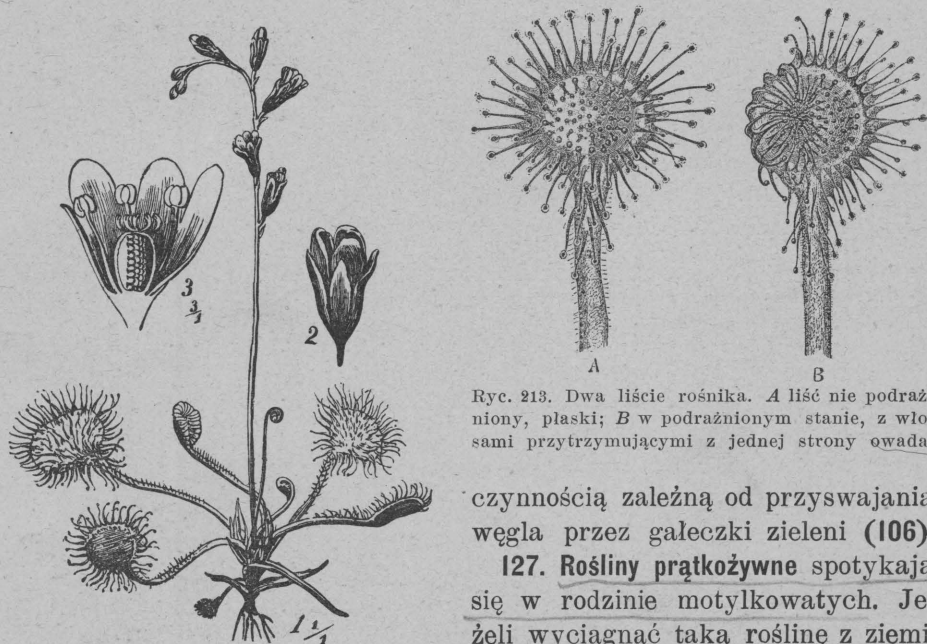


Ryc. 209. Korzeń bobu, okryty brodawkami pojedynczemi.  
Ryc. 210. Korzenie lubinu (*Lupinus luteus*), tworzące brodawki skupione.  
Ryc. 211. Mucholówka (*Dionaea muscipula*). Powierzchnia liścia pokryta jest jednostajnie trawiącymi gruczołami; z pośród nich sterczą na każdej połowie po 3 szczeciny, za których dotknięciem obie połowy liścia stulają się i chwytają owad.

pochodne (Ryc. 207) zatracają często włókniki a opilśnie powlekają tylko końce ich korzeni jakby lekką pajęczyną (Ryc. 207, B). Stwierdzono, że drzewa, których korzenie opilśnie zwykły powlekać, jak n. p. różne iglaste lub buk dały się przez dziesiątki lat hodować w ziemi pozbawionej tych grzybów; odwrotnie zaś trufle, tworzące opilśnie na korzeniach dębów, bez dębów rosnać nie mogą. Zdaje się więc, że w tych razach to jest grzyb, który korzysta z współzycia z rośliną zieloną.



Odwrotnie ma się rzecz z opilśniami wewnętrznymi. W tych razach pojedyncze strzępki opilśni dostają się do kory korzeni, tam się rozwijają i zostają strawione (Ryc. 208), tu więc roślina nasienna jest współżywnikiem odnoszącym korzyść z pożytku z grzybem. Przemawia za tem, że takie rośliny mogą żyć tylko w próchnicy i że niektóre z nich są bezzieleniowe. Takich bezzieleniowych roztoczy jak korzeniówka u nas jest niewiele, ale są liczne w gorących klimatach. Nietylko utraciły zielen, ale często nie mają wcale szparek, co wskazuje, jak parowanie wody jest



Ryc. 212. Rośnik (*Drosera rotundifolia*). 1, roślina cała; 2, pączek kwiatowy; 3, kwiat przecięty popłużnie.

(Ryc. 209), bądź skupione (Ryc. 210), mieszczące w sobie bakterie współżywne (60), wywołujące także miejscowe bujanie tkanki korzenia, na której osiadły, a zapomocą których rośliny te zdobywają azot.

Każdy nieledwo rodzaj rośliny motylkowatej, jak n. p. koniczyna, łubin, wyka, bób i t. p. wchodzi we współżycie z innemi nieco bakteryami, a bujność tych roślin w glebie zależy właśnie od tego, czy spotkają się tam z właściwemi bakteryami, z którymi zwykły wchodzić w symbiozę, ale bez których mogą się w danym razie obyć. Są to więc przygodne tylko współżywniaki. Jeżeli prątkożywne rośliny rosną w próchnicy, to mogą być współczesnie i grzybożywnemi roślinami, jak n. p. gatunki janowca (*Genista tinctoria* L.), lub leśny groch (*Orobus vernus* L.).

**128. Rośliny owadożerne.** Są to rośliny zielone, mogące zatem przyswajać węgiel,<sup>2</sup> ale które przyzwyczały się łapać przygodnie owady i nimi się żywić, jak n. p. mucholówka (Ryc. 211) z północnej Ameryki i krajowe gatunki rośnika (*Drosera*, Ryc. 212). Włosy pokrywające blaszki ich liści (Ryc. 213, A) są lepkie na szczycie. Skoro owad dotknie się włosa i w jego lepkości ulgnie, to włos przekrzywia się do środka, a podrażniona tym bodźcem blaszka przesyła podrażnienie do innych włosków, które się zakrzywiają i otaczają owad tak, iż się ten ruszyć nie może (Ryc. 213, B),



Ryc. 214. *Nepenthes*, cała roślina z zielonymi, małymi kubkami.

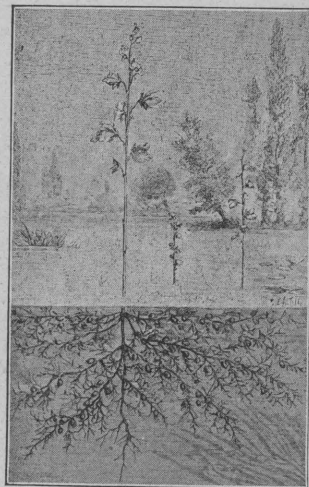


Ryc. 215. *Nepenthes*, liść z kubkiem (innego gatunku) brunatnym w żółte plamy.

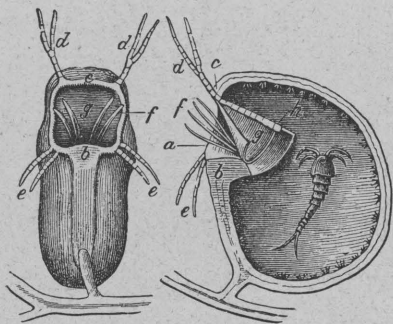
przyczem blaszka skrzywia się miseczkowato. Włosy są gruczołowe wydzielają pewien kwas i zaczyn, pod wpływem których białko owadziego ciała rozpuszcza się i zostaje wessane przez blaszkę liścia. Takich owadożernych roślin jest dosyć, a łapią owady w rozmaity sposób. Takie owadożerne rośliny, chociaż zielone, są pasorzytami żywiącymi się owadami. Są inne, które — ściśle biorąc — są roztoczami, bo żywią się trupami owadów, które się topią w jakichś, do tego celu przystosowanych, częściach ich liści, jak n. p. w kubkach stojących (Ryc. 214) na końcu liści. Kubki takie są niekiedy jaskrawo barwne i wielkie (Ryc. 215). Nasz pływacz

(Ryc. 216), żyjący w stojących wodach, ma na podwodnych liściach mnóstwo pęcherzyków, do których wchodzi drobne zwierzątka (Ryc. 217) nawet świeżo z ikry wylęgle rybki giną tam i zostają także strawione.

**129. Pasorzyty.** Wśród pasorzytów znajdujemy wielkie różnice w stopniu przystosowania się do żywienia się cudzym kosztem. Są takie pasorzyty, które trudno o to podejrzewać, są bowiem nietylko zielone, ale tkwią w ziemi i mają normalne korzenie, chociaż często ztracają włósniki. Do takich należą zwłaszcza niektóre trędownikowate (*Scrophulariaceae*), jak n. p. gatunki rodzajów: pszenca (*Melampyrum*), świetlika (*Euphrasia*), szeleżnika (*Alectorolophus*), lub leniec (*Thesium*). Ich korzenie, skoro spotkają w ziemi korzeń żywiciela, przyczepiają się do niego, rozszerzają się na nim siodełkowato (Ryc. 218) i wypuszczają z głębi siodełka ssawkę (Ryc. 219), zapomocą której odbierają pokarm żywicielowi. Jemiola (Ryc. 220), choć zielona dlatego nas uderza, że zapuszcza korzenie w ga-



Ryc. 216. Plywacz (*Utricularia vulgaris*), z pęcherzykami stojącymi na podwodnych liściach.

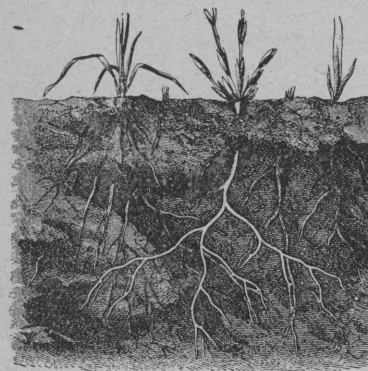


Ryc. 217. A pęcherzyk plywacza cały, B przecięty podłużnie; litery oznaczają odpowiednie części obu rysunków. Drobne zwierzątka wchodzi do pęcherzyków, ale nie mogąc z nich wyjść, zdychają, a substancje z ich rozkładu powstałe zostają przez roślinę wessane.

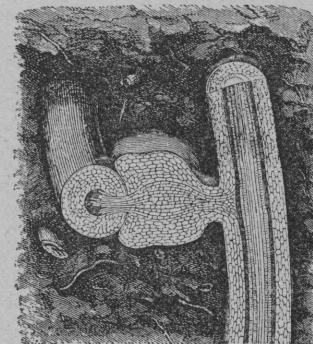
łęzie drzewa, na którym osiadła, a z korzeni rozchodzących się pod korą żywiciela wypuszcza cały szereg ssawek w głąb jego ciała (Ryc. 220). Największa jednak liczba pasorzytów, jak n. p. kianianka (*Cuscuta*, Ryc. 221), lub gatunki zarazy (*Orobanche*, Ryc. 222) ztracają już całkiem zieleń i żywią się wyłącznie kosztem żywiciela. Ale te rośliny mają przecież pędy nadziemne, czasem nawet na lodygach liście, choć luskowate. Najwyższy jednak stopień pasorzytowania polega na tem, że pasorzyt dostawszy się przez kielkujące nasienie do żywiciela, a mianowicie pod jego korę w postaci nitkowatej plechy, jak grzybnia jaka, żyje tak całkiem ukryty w żywicielu. Dopiero skoro

ma zakwitnąć, pęd kwiatonośny, powstający na plesze, rozrywa korę swego żywiciela, rośnie i rozwija się nad ziemią. Takie pasorzyty w Europie nie

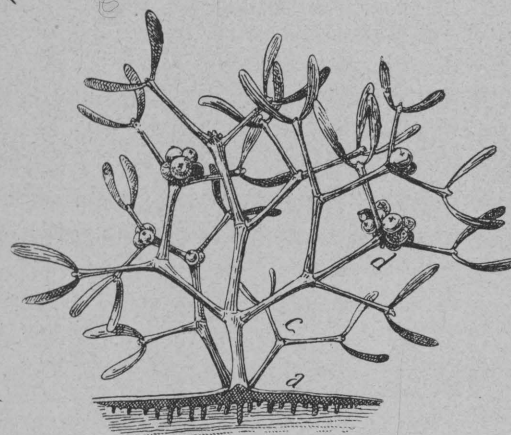
rosną, głośna bardzo *Rafflesia* do nich właśnie należy. Ale *Rafflesia* należy do roślin mających wyjątkowo wielkie kwiaty, pospolicie jest jednak ina-



218



219



220



221

Ryc. 218. Leniec (*Thesium*), którego korzenie (białe) siodełkowato rozszerzają się na korzeniach (czarnych) traw, będących ich żywicielami.

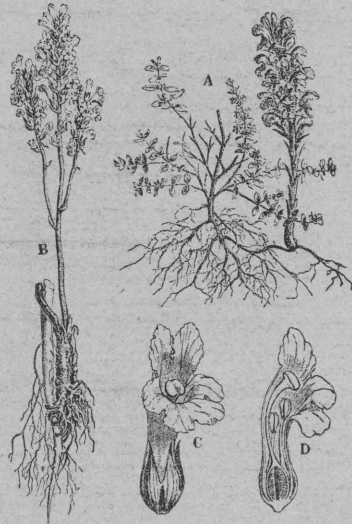
Ryc. 219. Przecięcie poprzeczne korzenia żywiciela i ssawki pasorzytującego na nim korzenia lenia.  
Ryc. 220. Jemiola (*Viscum album*); a ssawki zapuszczone do drewna gałęzi b; c rozwidlenia gałęzi; d grupa białych jagód.

Ryc. 221. I Kianianka pasorzytująca na lucernie (b); a pęczki różowych kwiatów; c lodyżka oderwana ze śladami ssawek. II kawałek lodygi lucerny z kianianką tworzącą ssawkę c.

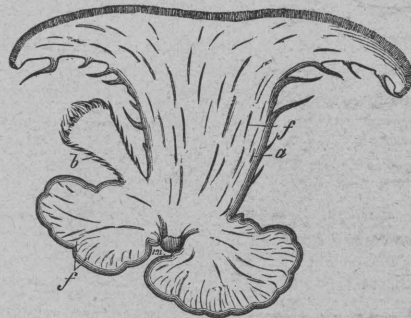
czej, a nawet przeciwnie. Mnóstwo pasorzytów ma kwiaty drobne, gęsto skupione na pędach szczególniejszej postaci, często podobniejszych do owocników grzybów (Ryc. 223) niż do kwiatostanów innych roślin.



**130. Przyswajanie i oddychanie.** W jakikolwiek sposób roślina zdobywa sobie pokarm, zawsze więzi w sobie pewną część energii słonecznej, a skoro rośnie, skoro jej narzędzia poruszają się, skoro trawi i wyrabia pokarm,



Ryc. 222. Zarazy (Orobanche). A na ty-mianku, B na korzeniach bobu. C kwiat cały, D przecięty podłużnie.



Ryc. 223. Scybalium fungiforme. Przecięcie po-dłużne pędu kwiatonośnego z korzeniem ży-wiciela *rn*, pokryte na powierzchni warstwą kwiatów; *b* młody pęd; *f*, *f* wiązki.

musi do tego zużywać pewną część tej energii. Najpospoliciej dzieje się to wogóle (12), a u wyższych roślin wyłącznie przez oddychanie. Stosunek tych dwu czynności normalnie jest taki, że roślina oddycha

całą dobę, a przyswaja — jeżeli jest zielona — tylko za dnia. Przez oddy-chanie spala jednak węgla stosunkowo do tego, ile go przez asymilację zyskuje, niezmiernie mało, można powiedzieć, że na każdy gram zyska-nego w dzień węgla traci przez całą dobę — podczas oddychania — za-le-dwie parę miligramów.

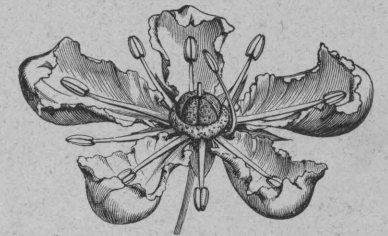
## 6. Zestawienie i powtórzenie.

**131. Budowa roślin.** Tak jak mięśnie stanowią masę ciała zwierząt, tak ciało roślin składa się przeważnie z miększu. Gdzie światło dochodzi, tam miększ zawiera gałeczki zieleni, w głębi pędów albo w podziemnych organach jest bezzieleniowy. Między komórkami miększu znajdują się przestwory międzykomórkowe, ułatwiające wymianę gazów, u roślin wodnych tak szerokie, że tworzą przewody powietrzne, zajmujące nieraz przeważną część ciała i zmieniające ciężar gatunkowy tych roślin, co im pozwala też unosić się w wodzie.

Miększ jest żywą tkanką. Zieleniowy zajmuje się przyswajaniem węgla, bezzieleniowy może spełniać wszystkie inne czynności, związane z życiem rośliny. Istnieje w nim o tyle wyraźny podział pracy, o ile w pewnych jego komórkach zbierają się materiały zapasowe, jak n. p. skrobia, cukier.

Miększ jako żywa tkanka może się dzielić, mogą z niego powstawać twórcze miazgi, a w razie uszkodzenia ciała powstaje korek, zabliźniający rany, n. p. po opadających jesienią liściach lub zastępujący naskórek obumierający, na drewniejących łądych.

Komórki miększu znajdują się w stanie jędrności, czemu zawdzięczają swą sztywność. Stan jędrności może się zmieniać, zależnie od przyływu albo od-pływu wody, przez co komórki miększu mogą się rozszerzać lub kurczyć, na czym polega n. p. zamykanie się lub otwieranie się szparek. Jeżeli więc — wskutek napięcia błon przez osmozę — komórki miększu rozciągną się po jednej stronie jakiegoś organu n. p. końca korzenia lub wąsa, to organ ten staje się po tej stronie dłuższy i krzywi się, więc się porusza. Takie ruchy mogą być przygodne jak n. p. otwieranie i zamykanie się kwiatów, sen liści. Ruch taki może być nawet gwałtowny, n. p. w liściach czułka, pięci-kach berberysu lub ruty (Ryc. 224), jeżeli przez podrażnienie jędrność takiego organu nagle, po jednej stronie się zmienia. Zmiany jędrności w miększu wywołują ruchy roślin i z tego więc względu spełnia on zadanie mięśni, chociaż spo-sób wykonywania ruchu jest odmienny.



Ryc. 224. Kwiat ruty. Przekrój przechyla się ku słupkowi.

Miększ okryty jest na powierzchni naskór-kiem jednowarstwowym, złożonym z komórek, ściśle do siebie przylegających, które na pędach mają warstwę nabłonka, tem grubszy, im w suchszej atmosferze rośnie roślina. Między komórkami naskórka pędów są szparki, pozostające w związku z przestworami międzykomórkowymi miększu przez jamy przeddechowe.

Wewnątrz miększu przebiegają wiązki: naczyniowe, przewodzące wodę i sitkowe, przeprowadzające pokarm nieraz daleko, bo tę rolę spełnia też od ko-mórki do komórki wogóle miększ. Obok wiązek znajdują się włókna, nadające roślinie tęgosc szkieletu.

Skoro łądygi lub korzenie zaczną grubieć przez rozrastanie się miazgi, to miazga wytwarza ku środkowi drewno, ku powierzchni organu łyko. Drewno składa się z takich elementów, jakie są w wiązках naczyniowych, łyko z takich, jakie spotykamy w wiązках sitkowych. I w drewnie i w łyku znajdują się też włókna.

W narzędziach narażonych na ciąg, jak korzenie lub kłącza, włókna z wiązkami skupiają się ku środkowi ciała; w narzędziach wystawionych na zginanie układają się ku obwodowi ciała. Tak więc w pędach nadziemnych i elementa szkieletowe i miększ zieleniowy mają rację zajmowania miejsca jak najbliżej powierzchni.

W wodorostach unoszących się swobodnie, w głębi stojących wód, niena-rażanych więc ani na ciąg ani na gięcie, może się obyć bez włókien szkieletowych, miększ sam — podobnie jak u niższych, komórkowych roślin, spełnia tu wszystkie czynności życia n. p. jezierzowate (*Najadaceae*).

Ładowce im bardziej są wystawione na mechaniczne wpływy, tem więcej muszą mieć szkieletowych tkanek tak, że w wysokich drzewach ciało ich składa się w mniejszej części z miększu, przeważnie zaś zbudowane jest z drewna i z łyka, zawierających elementa wiązek i włókien.

Szczególną właściwością roślin jest to, że pewne ich tkanki — spełniające bardzo ważne czynności — są obumarłe. Korek bowiem, włókna, naczynia i cewki są bloniakami, to jest tkankami, które całkiem straciły plazmę, a mają ściany — stosownie do czynności, jaką spełniają — różnie zgrubione i zbudowane z różnego materiału. Rośliny nie posiadają nerwów, ale ich żywe komórki połączone są zapomocą plazmatycznych spoidel.

**132. Złożenie ciała.** Pewna część roślin niższych ma ciało plechowate, wyższe rośliny mają ciało zróżnione zwykle na korzenie i pędy. Istnieje wówczas pospolicie taki podział pracy, że korzenie pobierają sole mineralne, a pędy zajmują się asymilacją węgla. Bywa jednak tak, że tę ostatnią czynność spełniają i pędy i zielone korzenie (narosty z powietrznymi, zielonymi korzeniami, kotewka) albo same tylko korzenie (*Aeranthus*).

Korzenie składają się zwykle z osi i włosników. Włosniki nie tylko zwiększają kilkakrotnie powierzchnię przyswajającą korzeni ale, jako mające pewną długość, mogą szukać pokarmu nie tylko w bezpośrednim sąsiedztwie powierzchni korzenia, z której wyrastają. U wielu wodorostów jak rzęsy, lilia wodna (*Nymphaea alba*) korzenie nie mają włosników. U roślin ziemnowodnych jest różnie, czasem nawet w tym samym osobniku, tak n. p. u tataraku korzenie wodne są bez włosników, wrastające w ziemię mają je. Podobnie jak woda działają i opilśnie okrywające końce korzenia n. p. sosna nawet stale niema włosników.

Wiele wodorostów unoszących się w wodzie jak n. p. jeziora (*Najadaceae*), pływacz (*Utricularia*) wcale nie mają korzeni, wówczas pędy obejmują ich czynności asymilacyjne. W wodorostach pływających na powierzchni wód czynność korzeni mogą obejmować szczególnie zmienione liście n. p. u salwinii. Są rzęsy, których całe ciało jest soczewkowatym gałęziakiem bezkorzeniowym (*Lemna arrhiza*).

W pędach podziemnych liście nie mogą funkcjonować jako narzędzia asymilujące węgiel, to też albo zanikają mniej więcej w kłęczach i bulwach albo zamieniają się w cebulach na grube łuski, będące magazynami materiałów zapasowych.

U ładowców łądoga jest pospolicie osadzona liśćmi zielonymi i płaskimi, które zajmują się asymilacją węgla oraz wypacaniem wody.

Klimat suchy nie sprzyja rozwojowi listowia, u roślin takich klimatów, to jest u suchorostów albo z liści pozostaje liściak albo pęd cały staje się gałęziakiem, czasem grubym i mięsistym jak połcie kaktusów. W pewnych rodzinach suchorostów (*Mesembryanthemaceae*, *Crassulaceae*) liście skupione w różyczkę są tak mięsniaste. Zresztą wpływ suchego klimatu jest tak wybitny, że jakiś kaktus, jakiś wilczomlec (*Euphorbia*) lub roślina złożona (*Cacalia*) mogą całkiem podobnie wyglądać.

Liście oprócz przyswajania i wypacania mogą obejmować i różne inne czynności, są więc ośladami to jest łuskowatymi liśćmi w kłęczach, jako łuski pączków, jako kolce, wąsy. Wyjątkowo kończą się kubkami, w których topią się owady, a zresztą wchodzą w skład kwiatów.

Z pomiędzy wyższych roślin tylko niektóre pasorzyty żyjące pod korą żywiciela nie mają ciała zróżnionego i do chwili zakwitnięcia wyglądają jak strzępki grzyba.

**133. Przyswajanie i odswajanie.** Pod względem przyswajania rośliny dzielą się na samożywne i cudzożywne.

Samożywnymi roślinami, nie potrzebującymi do swego rozwoju materii organicznej, są wyjątkowe bakterie i większość roślin zielonych. Bakterie samożywne nie znoszą w podłożu, w którym żyją, materii organicznej i nie mają w plazmie odrębnych narzędzi do przyswajania węgla. Samożywne rośliny zielone przyswajają kwas węglowy zapomocą gałązek zieleni i w wielu razach, o ile mają sposobność, mogą przyswajać materię organiczną (nawożenie).

Rośliny cudzożywne dzielą się na trzy grupy: na roztocze, pasorzyty i współżywniki.

Roztocze są organizmy żywiące się z konieczności i bezpośrednio materią organiczną, znajdującą się w stanie rozkładu. Grzyby, bakterie i śluzowce stanowią wybitne grupy roztoczy, obok nich stoją te zielone rośliny owadożerne, które przyswajają materiał powstały ze zwłok zwierząt, ginących w ich kubkowatych liściach, jak *nepenthes* lub pływacz, są to jednak przygodne roztocze, mogą bowiem żyć samożywnie.

Pasorzyty potrzebują żywego organizmu, z którym wchodzą w związek i z którego czerpią soki żywotne; należą tu grzyby, bakterie, rośliny nasienne, bądź zielone, bądź pozbawione zieleni.

Do roślin żyjących w typowej symbiozie należą porosty, rośliny nasienne zielone, wchodzące w związek z bakteriami czyli prątkożywnie i te bezzieleniowe rośliny jak korzeniówka, które żyją z próchnicy za pośrednictwem opilśni.

W każdej z tych grup cudzożywnych można odróżniać związki przygodne i konieczne. Grzyby są koniecznymi roztoczami, ale z pomiędzy nich niektóre są przygodnymi pasorzytami. Wśród zielonych trędownikowatych taki świetlik (*Euphrasia*), który może wydać kwiaty i nasiona bez tworzenia ssawek na korzeniach innych roślin, jest przygodnym pasorzytem. W symbiozie roślin zielonych z opilśniami większość przygodnie tylko z nimi współżyje.

Rośliny zdobywają energię potrzebną do życia przez odswajanie materii znajdującej się w ich ciele. Pospolicie następuje to przez oddychanie czyli bezpośrednie spalanie węgla z wydzielaniem kwasu węglowego i wody.

Niektóre grzyby jak drożdże i beztlenowce wśród bakterii a przygodnie i rośliny zielone, w braku dostępu tlenu nie utleniają węgla, tylko rozszczepiają pewne połączenia organiczne na związki prostsze i korzystają z wydzielającego się wskutek tego ciepła; nazywamy taki proces oddychaniem wśródcząsteczkowym. Produkta wydzielone przez takie oddychanie są rozmaite, stosownie do tego, jakie połączenie chemiczne ulega rozkładowi.

Bakterie samożywne różnią się od wszystkich innych roślin tem, że to połączenie, z którego zdobywają energię, biorą umyślnie w tym celu ze środowiska w którym żyją. To jest przyczyną, że nie rozkładając cząstek swego ciała, podczas odswajania, tylko jakieś połączenie nieorganiczne, nadzwyczaj mało potrzebują pokarmu. ✕



## CZEŚĆ III.

### Cechy i rozmnażanie się roślin nasiennych.

#### Nasienne, Spermatophyta, Samenpflanzen.

134. Różnica od rodniowców. Rośliny nasienne posiadają — tak jak paprotniki różnozarodnikowe (69) — makrosporangia i mikrosporangia, a także makrospory i mikrospory, tylko te narzędzia rozmnażania nazywają się inaczej, bo je nazwano, zanim rozwój paprotników i związek ich z roślinami nasieniemi — zostały poznane.

W przeciekach wyższych roślin (Ryc. 245) znajdują się pylniki, które odpowiadają mikrosporangiom i rozwijają się tak samo, bo tworzy się w nich i wypada z nich na zewnątrz wiele pyłków, które są mikrosporamiz wydającymi jedną plemnię zwaną lagiewką (Ryc. 225).

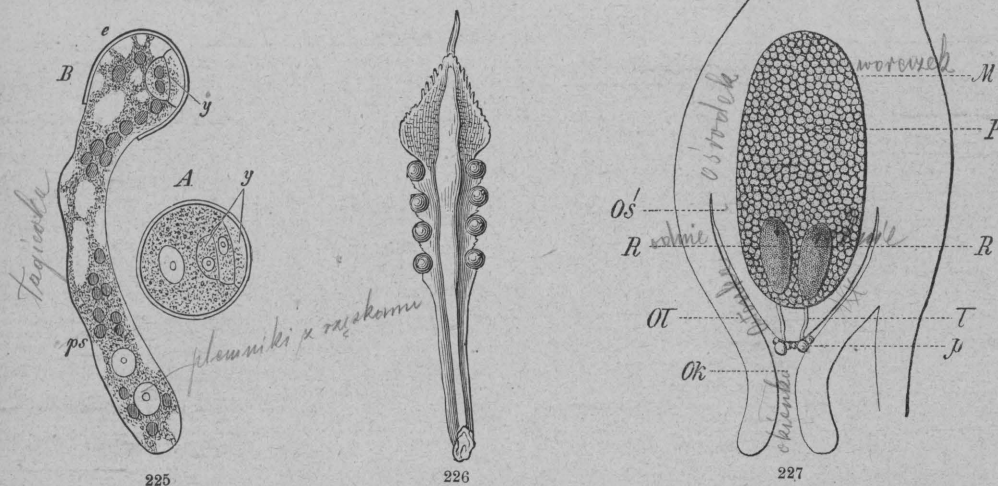
Zalążek wyższych roślin (Ryc. 227) odpowiada jednemu makrosporangium; wewnątrz zalążka znajduje się woreczek zalążkowy, który jest makrospora. Makrosporangium wyższych roślin rozwija się więc inaczej, bo: 1) tworzy się w nim (w zalążku) tylko jedna makrospora (woreczek zalążkowy), 2) ona jest zrośnięta ze ścianą makrosporangium i wskutek tego nigdy z niego wypaść na zewnątrz nie może.

Gdyby innych różnic nie było, zaliczalibyśmy rośliny nasienne do rodniowców, ale rodniowce nie mają nasion (*semen*). Nasionie składa się — pomijając bielmo — ze skorupy (*testa*), która jest zeschem makrosporangium z makrospora, i z zarodka (*embryo*), który jest małą roślinką, powstałą z jaja (Ryc. 244). Nasionie powstaje głównie wskutek tego, że u roślin nasiennych zalążek nie odpada od rośliny, na której powstał, tak, jak odpada makrospora u paprotników, ale pozostaje do niej przyrośnięty, aż w nim utworzy się i rozwinie zarodek.

Liście, na których stoją zalążki (Ryc. 226), nazywają się owocolistkami (*carpides*). W jednej grupie roślin nasiennych liście te pozostają płaskie, widać więc na nich odrazu zalążki. Te rośliny nazywają się więc nagozalążkowe (*gymnospermae*). U okrytozalążkowych (*angiospermae*) owocolistki zrastają się brzegami pojedynczo lub po kilka w narzędzie, które w sobie zalążki ukrywa (Ryc. 240), a nazywa się słupkiem (*pistillum*).

#### Nagozalążkowe, Gymnospermae, Nacktsamige.

135. Cechy i podział. W zalążku nagozalążkowych (Ryc. 227) odróżniamy ośrodek i powlekającą go osłonkę, pozostawiającą na szczycie okienko. W woreczku zalążkowym znajdują się na szczycie — podobnie jak w makrospore rodniowców — rodnie. W pyłku odróżniamy kilka komórek stanowiących zanikowe przedrośle (Ryc. 225, A, y) i większą komórkę. Skoro zalążek jest dojrzały, wydziela przez okienko kroplę wody, na niej osiadają pyłki przyniesione wiatrem, a skoro kropla wody zostanie wessana przez zalążek, dostają się na szczyt ośrodek (Ryc. 227, p). Po pewnym czasie osłonki marnieją, a pyłki zaczynają



Ryc. 225. Pyłek z Ceretozamii, y jego szczytkowe przedrośle; A przed wykielkowaniem, B z lagiewką ps, na której końcu widać dwa plemniki.

Ryc. 226. Cycas. Jeden owocolistek, na kraju blaszki stoją z obu stron zalążki.

Ryc. 227. Schematyczne przecięcie zalążka sosny. Os ośrodek; Os' osłonka; Ok okienko; M woreczek zalążkowy; P jego przedrośle (bielmo); R rodnie; p pyłek; T jego lagiewki.

się rozwijać, ich zewnętrzna błona pęka (Ryc. 225, B, e), a wewnętrzna wyrasta w rurkę, która jest plemnią, a nazywa się u roślin nasiennych lagiewką (Ryc. 225, B, ps i 242, t). W lagiewce tworzą się dwa plemniki, okrągłe komórki schodzące na sam jej koniec (Ryc. 225, B). Te plemniki są u roślin nasiennych zwykle nieruchome, ale u nagonasiennych wyjątkowo miewają rzęsy tak, jak u rodniowców. Po zespoleniu się plemnika z jajem rodni zaczyna ono rozwijać się w zarodek, ile jest więc rodni,

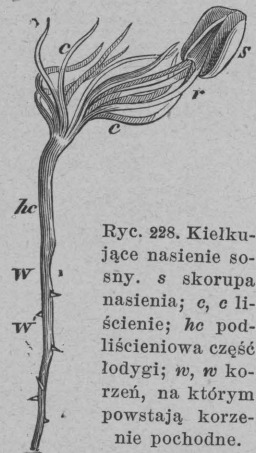
tyle powstaje w woreczku zalążkowym zarodków, ale wszystkie prócz jednego marnieją. Następnie tkanka ośrodka zsyca się w skorupę nasienia, tkanka przedrośla wypełniona materiałami zapasowymi, zwana tu bielmem, otacza wewnątrz niej leżący zarodek (Ryc. 227, P). Zarodek nagozalążkowych ma na końcu przeciwnym korzeniowi wierzchołek pędu, otoczony pierwszymi liśćmi rośliny czyli liścieniami (*cotyledones*). Stoją one w okółku, bywa ich dwa lub kilka. Zarodki nagozalążkowych są czasem dwuliścienne, zwykle wieloliścienne (*polycotyledones*). Podczas kiełkowania nasienia (Ryc. 228) skorupa pęka, bielmo zostaje wyssane przez zarodek, którego korzeń schodzi do ziemi, liścienie pędu zielenieją, a ukryty między nimi pączek wyrasta w pierwszy pęd rośliny.

Rośliny nagozalążkowe odróżniają się od okrytozalążkowych tem głównie, że nie mają słupków i że w ich zalążku na szczycie bielma tworzą się rodnie, a w pyłkach szczątkowe przedrośla.

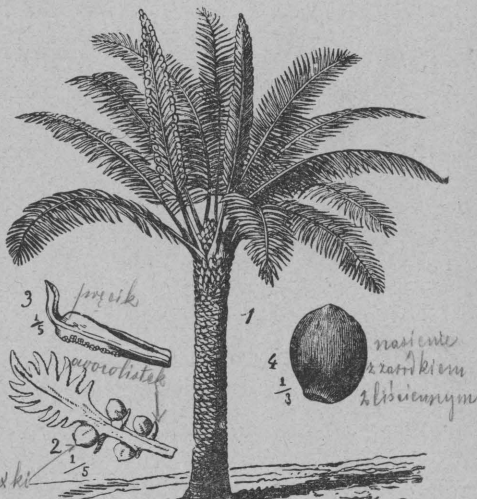
Nagozalążkowe dzielą się na trzy klasy: kłodziniastych (*Cycadaceae*), iglastych (*Coniferae*) i gniotowanych (*Gnetaceae*).

136. Kłodziniaste. Ich kłodzina (Ryc. 229) okryta jest naprzemian brunatnymi łuskami i bliznami po odpadłych liściach zielonych, które trwają przez kilka lat, w którym to czasie powstają tylko łuskowate liście. Jedne i drugie są skrętoległe. Zielone liście są pierzasto-złożone i w przedlistnieniu ślimakowate (70). Kłodzina i takie same przedlistnienie zbliżają kłodziniaste do paproci.

Kłodziniaste są dwupienne, to znaczy na osobnych drzewach tworzą owocolistki (Ryc. 226), a na osobnych pręciki (Ryc. 230). Jedne i drugie zebrane są w wierzchołkowe pędy (Ryc. 231 i 232). Owocolistki mają postać liści, są brunatne i zwykle na ich kraju stoją czerwone za-



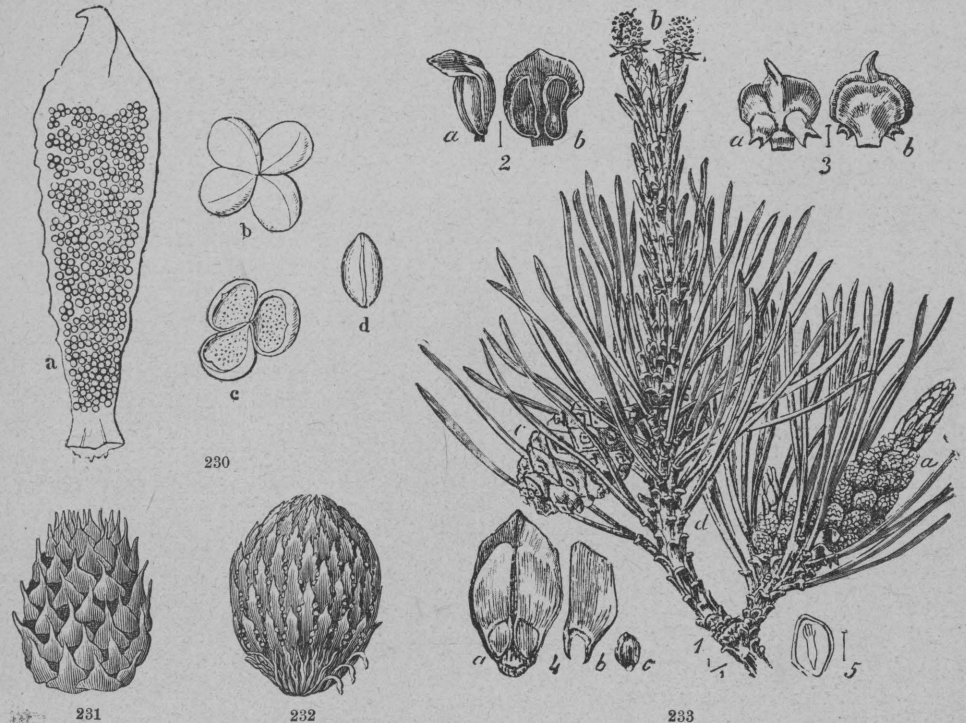
Ryc. 228. Kielkujące nasienie sosny. s skorupa nasienia; c, c liścienie; hc podliścieniowa część łodygi; w, w korzeń, na którym powstają korzenie pochodne.



Ryc. 229. *Cycas revoluta*. 1 pień pokryty liśćmi, dwa z nich są w przedlistnieniu takim jak liście paproci; 2 owocolistek; 3 pręcik; 4 nasienie.

łążki, wielkości wiśni (Ryc. 226). Pręciki są łuskowate i mają na wewnętrznej stronie liczne pylniki (Ryc. 230). Nasiona (Ryc. 229, 4) mają zarodek dwuliścienny, podczas kiełkowania liścienie pozostają ukryte w skorupie nasienia, wysysają bielmo i przesyłają je rosnącemu korzeniowi.

Kłodziniastych jest nie wiele (przeszło 80 gatunków), rosną w pod-



Ryc. 230. Cykas. a pręcik od spodu widziany; b pylniki zamknięte; c otwarte; d ziarno pyłku.

Ryc. 231. Szyszka z pręcikami.

Ryc. 232. Szyszka z owocolistkami.

Ryc. 233. Sosna (*Pinus silvestris*). 1, a kłos pręcikowy, b tegoroczna, c zeszłoroczna szyszka; 2, pręciki; 3, łuski z zalążkami a z przodu, b z tyłu; 4, a stara łuska z dwoma nasionami, b jego wyrostek skrzydelkowaty, c samo nasienie; 5, przekrój nasienia.

zwrotnikowych okolicach świata, były daleko liczniejsze w dawniejszych epokach geologicznych.

137. Iglaste. Są to drzewa o pniu rozgałęziającym się, dochodzącym znakomitej nieraz wysokości i grubiejącym z wiekiem. Ich liście są zwykle iglaste i pospolicie trwałe, skrętoległe ułożone. U sosny wszystkie liście na pędach są łuskowate (jak niektóre u kłodziniastych), ale w ich kątach powstają pędy skrócone (113) z dwoma lub kilkoma zielonymi liśćmi.

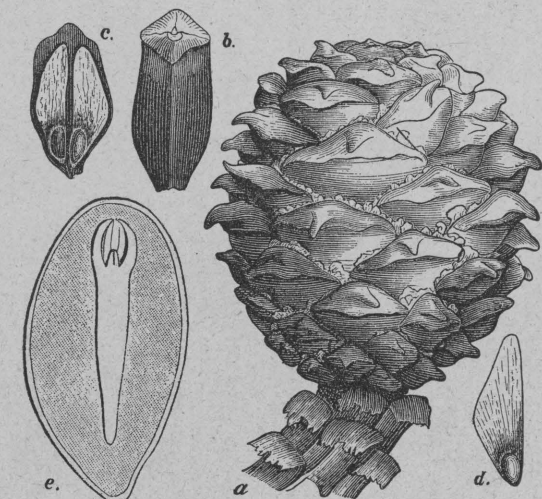


Nie wszystkie pączki w kątach liści rozwijają się. Najczęściej z pączków zeszłorocznego pędu tylko kilka, stojących tuż pod wierzchołkowym, wydłuża się w następnym roku w gałęzie, rosnące mniej więcej poziomo. U jodły nawet wszystkie boczne gałązki i stojące na nich liście układają się, pod wpływem ciążenia, poprzecznie do pionu tak, że cała gałąź z liśćmi jest płaska. Jeżeli jednak pączek wierzchołkowy iglastych zostanie przypadkiem zniszczony, to jeden z pączków pod nim stojących, któryby w zwykłych warunkach wyrósł w poziomą gałąź, zmienia swoją naturę, zaczyna pod wpływem ciążenia rosnąć pionowo w górę, zastępując tym sposobem pęd główny. Światło działa u śluzowców róż-

nie na plazmodia różnego wieku (45). Tu ciążenie może działać na ten sam boczny pączek odmiennie, jeżeli wierzchołkowy ulegnie zniszczeniu.

Iglaste są zwykle jednopienne, na tem samem drzewie mają pręciki i owocolistki (Ryc. 233). Pręciki zebrane są w kłosa (Ryc. 233, a i 2), owocolistki w szyszki (Ryc. 233, b, c) złożone z łusek, na których spodniej stronie stoją dwa zalążki (Ryc. 233, 3).

Tak samo jak u kłodzinistych — zalążki wydzielają kroplę wody, na którą łapie się pyłek. Dzieje się to w bardzo młodym wieku szyszki, kiedy ona jest wielkości ziarna grochu, a jej łuski są rozwarte. Skoro



Ryc. 234. Sosna. a) szyszka po zapyleniu zasklepiona żywicą; b, c) łuski dojrzałej szyszki widziane od tyłu i od przodu, na c) widać dwa nasiona; d) jedno skrzydełkowate nasienie; e) przecięcie podłużne nasienia.

zalążki zostaną zapyłone, łuski zaczynają się szybko rozrastać, stykają się z sobą i często sklejają żywicą (Ryc. 234, a). Wewnątrz tak zamkniętej szyszki, rozpoczyna się dopiero powstawanie zarodków. Uplywa czasem kilkanaście miesięcy, zanim zalążki zamieniają się na nasiona. Wówczas łuski zaczynają się zsychać, wskutek czego szyszka się otwiera i nasiona z niej wypadają. Dlatego na wiosnę — można, n. p. u sosny, widzieć szyszki latosie, gotujące się do zapylenia, zeszłoroczne zamknięte i przed trzema laty powstałe, stare, otwarte. Zarodek iglastych jest pospolicie wieloliścienny (Ryc. 234, e).

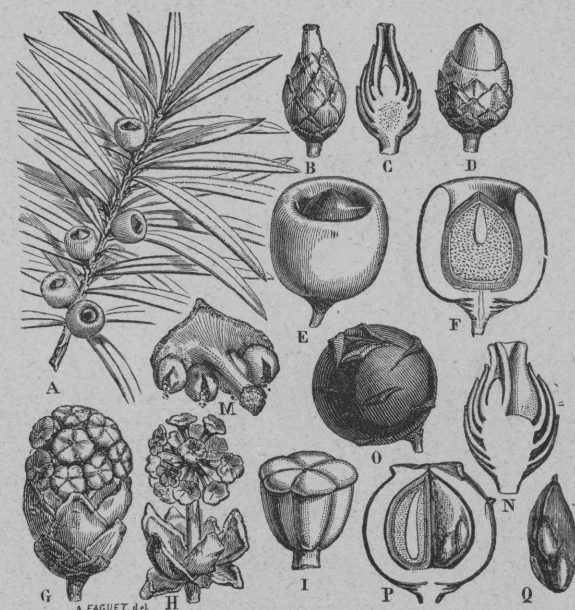
Jest przeszło 460 gatunków drzew i krzewów iglastych, żyjących przeważnie w umiarkowanych klimatach w drzewostanach, które nazywamy borami w przeciwstawieniu do lasów, utworzonych przez drzewa roślin okrytozalążkowych.

**138. Podział.** Iglaste dzielą się na jodłowate (*Abietinaceae*), cyprysowate (*Cupressinaceae*) i cisowate (*Taxinaceae*). Jodłowate mają zalążki zwrócone okienkiem na dół do nasady łusek ułożonych skrętolegle (Ryc. 233, 3). U cyprysowatych — do których należy krajowy jałowiec — łuski szyszek ułożone są okółkowo a zalążki zwrócone są okienkiem ku górze (Ryc. 235, N). Cisowate mają zalążki stojące pojedynczo na końcach pędów (Ryc. 235, C).

**139. Budowa drewna.** Iglaste odznaczają się tem, że mają cewki z kanalikami lejkowatymi (Ryc. 236—238). Ich pnie rosną na grubość za pomocą miazgi — jak rośliny dwuliścienne — a warstwy przyrostu drewna składają się z samych cewek (Ryc. 239). W ich tkankach spotykają się pospolicie przewody żywiczne (Ryc. 239).

Cewki napotykanne w całym drewnie nagozalążkowych, nie mającym naczyń, są formą pośrednią pomiędzy włóknami szkieletowemi a rurkami naczyń, spełniając zadania jednych i drugich. Przez grube bowiem ściany nadają sztywność i odporność pędowi, a kanaliki lejkowate w ich ścianach łączą je pomiędzy sobą i ułatwiają przeprowadzanie wody. Naczynia pojawiają się w okrytozalążkowych, w których podział pracy na elementa mechaniczne i przeprowadzające wodę wystąpił w doskonalszej postaci.

**140. Gniotowate.** Do gniotowatych należy kilka tylko rodzajów roślin, które tem się odznaczają, że ich pręciki i zalążki otoczone są listkami, które przypominają złożenie kwiatów roślin okrytozalążkowych. Do najosobliwszych, tu należących roślin należy welwiczia (*Tumboa Bainesii*), pochodząca z pustyń południowo-afrykańskich. Wygląda ona jak olbrzymi ścięty pniak, z którego w jednym okółku wychodzą dwa liście ścielące się na ziemi, z których kątów wychodzą szyszki z kwiatami (Ryc. 240).



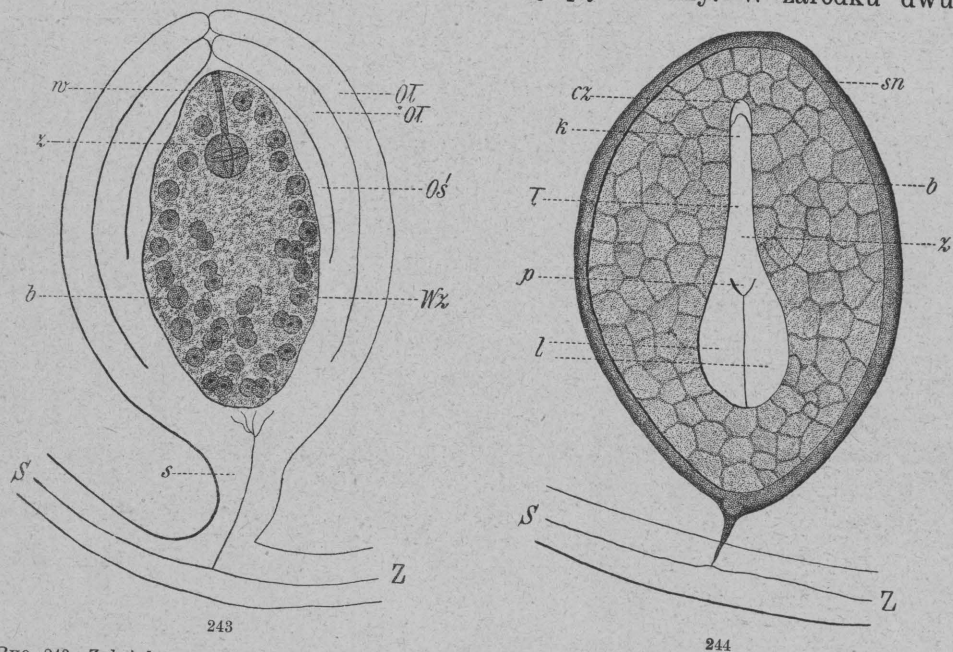
Ryc. 235. A—I Cis. A) gałązka z nasionami; B) szyszka z jednym zalążkiem na szczycie; C) jej przecięcie podłużne; D) szyszka po zapyleniu, nasienie zaczyna obrastać osnówką; E) nasienie dojrzałe z osnówką; F) jego przecięcie podłużne, widać w nasieniu zarodek; G) kłos pręcików; H) ten sam po wypyleciu; I) pręcik; M—Q Jałowiec; M) pręcik z czterema pylnikami; N) szyszka przecięta podłużnie; O) szyszka dojrzała ze zmięszniami łuskami; P) jej przecięcie podłużne, w nasieniu po lewej stronie widać zarodek; Q) jedno nasienie.





tem, to nasienie składa się tylko ze skorupy i zarodka i jest bezbielmowe.

Rośliny okrytozalążkowe dzielą się na jednoliścienne (*monocotyledones*) i dwuliścienne (*dicotyledones*). Zarodek jednoliściennych ma na jednym końcu korzeń, na przeciwnym liście, w zagłębieniu między nimi leży pączek, który wyda pierwszy pęd rośliny. W zarodku dwu-



Ryc. 243. Zalążek po zapyleniu jaja w przecięciu podłużnym. Rysunek schematyczny; S Z ściana zalążni; s sznureczek zalążka; Ot, Os oslonki; Os ośrodek; Wz woreczek zalążkowy; b tworzące się w nim bielmo; z początek zarodka; w jego wieszadelko.

Ryc. 244. Nasienie w przecięciu podłużnym. Rysunek schematyczny. S Z ściana zalążni, do której nasienie jest przyczepione; sn skorupa nasienia; b bielmo; z zarodek; k jego korzeń; cz czapeczka korzenia; l podliścieniowa część łodygi pędu; l l liścienie zarodka.

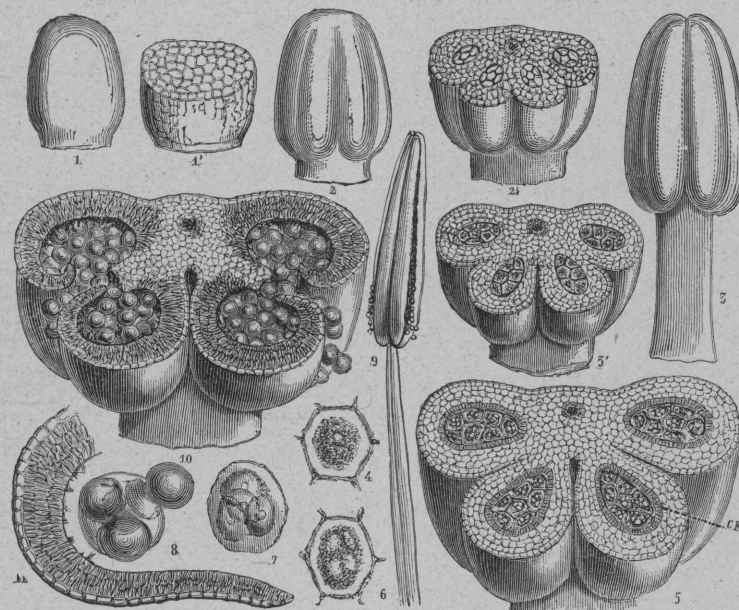
liściennym naprzeciwko korzenia leży pączek ukryty w dwu liścieniach, stojących w jednym okółku.

**142. Słupkowie.** Zalążki roślin nagozalążkowych za młodu nie są zabezpieczone od nieprzyjasknych wpływów środowiska, dopiero po zapyleniu doznają niekiedy ochrony, przez zrastanie się lusek, na których stoją. U okrytozalążkowych są one doskonale zabezpieczone, jako ukryte w dolnej części słupka czyli zalążni. Wskutek tego jednak utrudniony jest dostęp do nich pyłku. Ułatwia ich zapylenie ta okoliczność, że owocolistki, tworzące w dolnej części zalążnię słupka, wydłużają się w jego szyjkę, kanał wewnątrz pusty lub wypełniony luźną tkanką, i że na szyjce znajduje

się lepkie znamię, na którym pyłki mogą osiadać. Skoro osiedą, wypuszczają lagiewki, które przechodzą przez szyjkę, dostają się do zalążni i trafiają do zalążków (Ryc. 241).

W jednym kwiecie może być jeden lub wiele słupków, zbiór wszystkich jednego kwiatu nazywamy słupkowiem (*gynoecium*).

**143. Pręcikowie.** Pręciki nagozalążkowych są to liście, mające postać łusek lub tarcz, na których dolnej stronie zwieszają się jednoworeczkowe pylniki. U okrytozalążkowych (Ryc. 245) wewnątrz blaszki liścia, stanowiącego pręcik, tworzą się dwa, dwuworeczkowe pylniki, a z reszty liścia zostaje tylko nitka, połączona zapomocą łącznika z pylnikami. Wskutek takiego złozenia, pylniki mogą się poruszać na nitce w łączniku, zwracać się pylnikami bądź do jegośrodku, bądź ku obwodowi



Ryc. 245. Kolejne stany rozwoju pręcika od 1 do 9. Figury oznaczone tą samą cyfrą, ale z kreską od góry są obrazami przecięć poprzecznych figur, mających tę samą cyfrę bez kreski. 10. Przecięcie poprzeczne już dojrzałego pręcika, w którym oba woreczki każdego z dwu pylników otwierają się wspólną szparą. 11. Ściana pylników.

kwiatu i stają się podatniejsze do rozlicznych zmian. Niema też narzędzia kwiatu bardziej rozmaitego, jak pręcik. Pręciki mogą się zrastać bądź nitkami, n. p. u szlaczów, bądź pylnikami, n. p. u złożonych, a nawet ziarenka pyłku bywają nieraz poznaczane z sobą w grupy lub nawet całe woreczki czy pylniki są z sobą zrosnięte, n. p. u storczyków.

Zbiór pręcików jednego kwiatu nazywa się jego pręcikowiem (*androecium*).

**144. Okwiat.** U nagozalążkowych tak pręciki jak owocolistki bywają zebrane w kłosa lub szyszki, które możnaby uważać za kwiat; u okrytozalążkowych nazywamy pęd skrócony (113), przystosowany do wydawania

nasion kwiatem. Bo chociaż i tu zdarzają się kwiaty nagie, składające się tylko z pręcikowia lub tylko ze słupkowia, jak n. p. u wierzb, albo z jednych i drugich, n. p. u czerwieni (*Calla*), to przecież pospolicie te istotne części kwiatu są zwykle otoczone na zewnątrz szeregiem listków ochronnych, tak zwanych okwiatolistków (*tepala*), nazywających się razem okwiatem (*perigonium*). Takie kwiaty mogą mieć bądź okwiat i tylko pręcikowie, albo okwiat i tylko słupkowie, n. p. u ogórka, bądź okwiat otacza jednocześnie pręcikowie i słupkowie razem i tak jest najpospoliej. Zdarzają się nawet kwiaty nijakie, mające tylko okwiat, jak n. p. zewnętrzne kwiaty całych kwiatostanów kaliny lub blawatka (Ryc. 278).



Ryc. 246. Komórka z owoców pomidora z barwiankami; J jej jądro.

145. Kielich i korona. Okwiat zabezpieczający młode, nierozwinięte jeszcze kwiaty od nieprzyjanych wpływów środowiska, jest zazwyczaj zielny. Najdawniejsze szczątki kopalne roślin okrytozależkowych, jakie się zachowały, należą do rodzajów roślin, które — o ile dziś jeszcze istnieją — mają tylko okwiat. W okresie mezozoicznym zjawiają się z owadów chrząszcze (*trias*), błonkówki i muchy (*lias*). Owady te dziś jeszcze odwiedzają kwiaty wybitnie wiatropylne roślin, n. p. traw lub turzyc, nie oddając im żadnych usług, owszem pożerając ich pyłek. Mają one jednak zwyczaj, że skoro usiądą na kwitnącej roślinie, odwiedzają kolejno wszystkie jej kwiaty, przyczem przenoszą — a tak samo przenosiły i dawniej — na pewnych

częściach swego ciała pyłek z pręcików jednego kwiatu na znamiona drugiego. Zapyłyły je więc mimowoli i to nawet mimo braku wiatru, a w takim razie kwiat wiatropylny stawał się owadopylnym. O ile to jest korzystne dla rośliny, że jej kwiaty bez wiatru mogą być w każdej chwili zapyłone przez odwiedzające je owady, o tyle jest to niekorzystne, jeżeli owady zjadają przytem pyłek. To też w różnych częściach kwiatów zapyłanych przez owady widzimy zjawisko wydzielania nektaru czyli miodowej cieczy. Sączy się ona bądź wprost przez naskórek albo przez szparki wodne (66). Skoro kwiaty wiatropylne — odwiedzane przez owady — zaczęły sączyć nektar, owady zapyłające je żywiły się chętniej nektarem niż pyłkiem. Od tej chwili stało się dla roślin korzystniej przeistaczać kwiaty wiatropylne w owadopylne. To też z najsilniejszym rozwojem fauny owadziej powstają w epoce trzeciorzędowej takie rodzaje roślin, których okwiat staje się barwny, albo wyróżnia się na działki (*sepala*) kielicha (*calyx*), zielone listki ochraniające jeszcze kwiaty w pączku,

i płatki (*petala*) korony (*corolla*), zwabiające swą barwą owady. Widzimy i dziś jeszcze, jak wskutek hodowli pręciki kwiatów mogą się zamieniać na płatki i tworzyć pełne kwiaty.

Barwność płatków może mieć dwie przyczyny: albo sok komórkowy jest zabarwiony, albo zamiast gałeczek zieleni występują w komórkach płatków małe ciała plazmy różnie zabarwione czyli tak zwane barwianki (Ryc. 246). Przez kombinację obu tych czynników mogą powstawać płatki rozmaicie ubarwione. Barwność białego okwiatu pochodzi od powietrza występującego w komórkach, które światło rozprasza. Nie tylko też płatki, ale i okwiat może być barwny.

Podobnie jak owocolistki i pręciki — mogą się z sobą zrastać i okwiatolistki; mówimy wówczas, że okwiat jest zrosłolistkowy (*gamotepal*) w przeciwstawieniu do wolnolistkowego (*dialytepal*). Tak samo kielich może być zrosło- i wolnodziałkowy, a korona wolno- i zrosłopłatkowa.

146. Ochrona pyłku i miodników. Jeżeli pyłek zostanie zmoczony, to pospolicie gwałtownie pęcznieje i pęka, zostaje więc wskutek tego zniszczony. Dlatego znajdujemy w kwiatach przystosowania, chroniące go od przemoczenia. U roślin wiatropylnych kwiaty stoją często, n. p. u leszczy, topoli, brzozy, w tak zwanych kotkach, których łuski ochraniają kwiaty w czasie snoty. U roślin owadopylnych ochrona jest utrudniona przez to, że kwiat musi być do zapyłania otwarty i trwać dłużej. Z drugiej strony rośliny owadopylne muszą ochraniać i swoje miodniki



Ryc. 247. Kwiatostany dziewięcilsu zamknięte i otwarte.

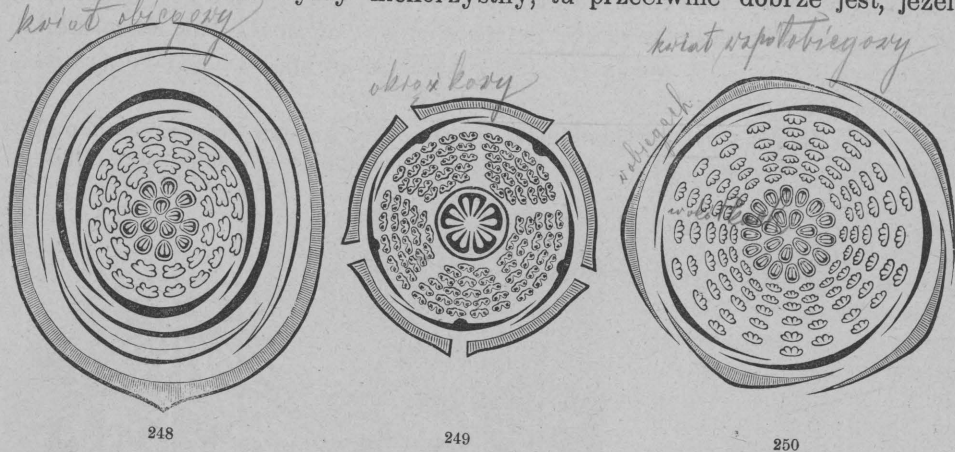
przed nieproszonymi gośćmi, owadami, któreby wypijały ich miód, nie zapyłając przytem ich kwiatów. W związku z temi dwiema potrzebami wystąpiła, między innymi urządzeniami kwiatów owadopylnych, także ruchliwość płatków, które peryodycznie otwierają lub zamykają kolejno kwiaty. Korony same przez się mogą ochraniać pyłek, n. p. skoro są zwieszane na dół, ale najłatwiej dzieje się to w koronach wolnopłatkowych, których płatki, rosnąc szybciej dolną stroną, zakrzywiają się w górę i tworzą dach nad pręcikami w razie niepogody, a rosnąc odwrotnie na pogodę, odsłaniają pręciki. Czasem cały kwiatostan bywa tak otwierany i zamykany przez zewnętrzne przykwiatki czyli listki okrywy, n. p. w dziewięcilsie (*Carlina*) (Ryc. 247). Jeżeli ten ruch zależny jest od doby, to kwiaty, któreienne owady zapyłają, przez zamknięcie w nocy są ochronione od rabunku nektaru przez émy lub inne nocne owady, któreby kwiatu zapyłać



nie mogły. W najrozmaitszy zresztą sposób chronią się kwiaty przed takimi nieproszonymi gośćmi.

W związku z owadopylnością występuje też grzbiecistość kwiatu. Kwiaty są promieniste, jeżeli dadzą się przynajmniej w dwu kierunkach rozdzielić na symetryczne połowy, stają się grzbieciste (Ryc. 270), jeżeli tylko w jednym kierunku mogą być symetrycznie przepołowione. W pierwszym razie dostęp do miodników kwiatu jest ze wszystkich stron, w drugim tylko z jednej strony, wskutek czego kwiat może się różnymi częściami dostrajać do wielkości i składu ciała owadu, który go zapyla.

**147. Łodyga kwiatu.** W pędach zajętych przyswajaniem międzywęźla są zwykle długie, przez co jedne liście nie zasłaniają drugich, ale w kwiatkach taki stosunek byłby niekorzystny, tu przeciwnie dobrze jest, jeżeli



Ryc. 248. Narys kwiatu obiegowego magnolii. — Ryc. 249. Narys kwiatu okrażkowego lipy. — Ryc. 250. Narys kwiatu wpółobiegowego róży; działki i płatki są w obiegach, pręciki i słupki stoją w okółkach.

wszystkie liście kwiatu są skupione. Stoją one na rozszerzonej części łodygi czyli szypułki kwiatu, zwanej osadnikiem, albo dnem kwiatowym (*receptaculum floris*). Organ, który najdłużej trwa, bo aż do utworzenia owocu, zajmuje środek kwiatu, za słupkiem następują kolejno ku obwodowi: pręciki, płatki i działki.

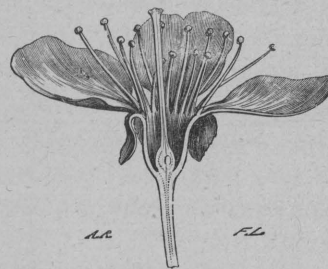
**148. Ulistnienie kwiatu.** Ulistnienie kwiatu jest albo okółkowe (Ryc. 249), albo jego liście tworzą obiegi wężownicy (Ryc. 248) — w kwiatkach skrętolegle ulistnionych. Czasem część liści kwiatu leży w okółkach a część skrętolegle, tak n. p. u róży (Ryc. 250). Takie kwiaty są wpółobiegowe w przeciwstawieniu do obiegowych i okrażkowych. Jest regułą, że okrażki i obiegi są miedzyległe, a więc platek musi stać między działkami, a powyżej niego stoją obok dwa pręciki. Jeżeli jest inaczej, jeżeli okółki zdają się być nadległe, jak n. p. u kosaćca pręciki stoją

nad płatkami, to wnosimy słusznie, że zewnętrzny okółek pręcików miedzyległy z płatkami istniał, ale zanikł.

**149. Stosunek dna kwiatowego do słupka.** Dno kwiatu jako szczyt pędu jest pierwotnie stożkowate, ale w miarę rozwoju kwiatu może się stawać płaskie albo nawet wklęsłe, a w ostatnim razie może się nawet zrastać z zalążnią słupkowi. Jeżeli dno jest stożkowate, słupkowie stoi na jego szczycie, a wszystkie inne części kwiatu tuż pod nim, to słupkowie lub słupki są górne, kwiat zaś nazywa się dolnym, n. p. u zawilca (Ryc. 251). Jeżeli dno, podczas rozwoju kwiatu rozrośnie się płaskawo lub wklęsło tak, że na kraju osadnika stoją razem skupione działki, płatki i pręciki, a w pewnej od nich odległości na środku kwiatu stoi górny słupki, to kwiat jest kołozalążniowy (Ryc. 252). O ile w takim razie dno jest wklęsłe, to zalążnia słupka w rozwiniętym już kwiecie bywa przez to słoikowate dno ochraniana. Jest zupełnie ochraniona przez dno wklęsłe górnego kwiatu, w którym to dno zrasta się całkiem z zalążnią słupka tak, że widać z jego środka tylko wystające szyjki, a obok nich —



Ryc. 251. Kwiat dolny zawilca.



Ryc. 252. Kwiat kołozalążniowy wiśni.



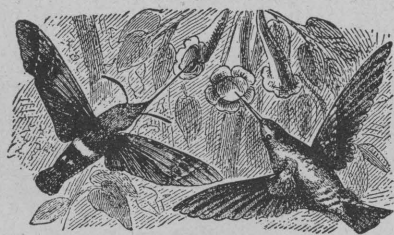
Ryc. 253. Kwiat górny gruszy.

bo na kraju zalążni — osadzone inne liście kwiatu (Ryc. 253). W tym razie zacierają się zupełnie granice między tkanką łodygi dna kwiatowego a tkanką zalążni słupka; stanowią one jedną całość i po przekwitnięciu obie przeobrażają się razem w owoc.

Skoro kwiat zostanie zapylony, to okwiat i pręcikowie zwykle marnieją i opadają, wówczas zalążki zaczynają się zamieniać na nasiona, a ściana zalążni słupka (w danym razie z dnem kwiatowym) staje się owocnią, to jest, ulega rozmaitym zmianom, skutkiem których powstaje z niej owoc (*fructus*). Skoro owoc dojrzeje, to opada, opada też i szypulka, a zatem ginie cały pęd skrócony kwiatu.

**150. Kwiatostany.** Kwiaty rzadko są samotne, to jest wychodzą pojedynczo z pośród zielonych liści, zwykle są zebrane w kwiatostany (113), co jest zarówno korzystne dla roślin wiatropylnych, jak i dla owadopylnych. Liść, z kąta którego kwiat wychodzi, nazywa się przykwiatkiem, a wabność kwiatów bywa zwiększona nieraz bądź przez to, że przykwiatki ich są barwne, jak n. p. w rodzaju pszenca (*Melampyrum*), albo, że w tym samym kwiatostanie kwiaty mają różne barwy, n. p. u rumianku na kraju jednym rzędem języczkowate wszystkie białe, a w środku wszystkie inne rurkowate żółte, u marchwi zaś wszystkie białe, a w środku jeden purpurowy. Niekiedy znów skrajne kwiaty kwiatostanów są znacznie większe, okazalsze od wewnętrznych, n. p. u kaliny, bławatka (tu w obu razach nijakie), przez co kwiatostan staje się okazalszy.

**151. Samozapylenie i krzyżowanie.** U roślin dwupiennych i jednopienych pyłek z jednego kwiatu dostaje się na słupek innego kwiatu i następuje skrzyżowanie (*allogamia*). W kwiatkach mających słupki i przęciiki może zaś nastąpić samozapylenie (*autogamia*), jeżeli pyłek z przęciików dostanie się na słupek tego samego kwiatu. Doświadczenia wykazały, że przez skrzyżowanie powstaje więcej nasion niż przez samozapylenie, że samozapylenie jest niekorzystne dla roślin i niema takich, któreby mogły zawsze rozmnażać się tylko przez samozapylenie. To też



Ryc. 254. Duża ćma i kolibr, zapylające wielkie kwiaty z rodzaju *Datura*.

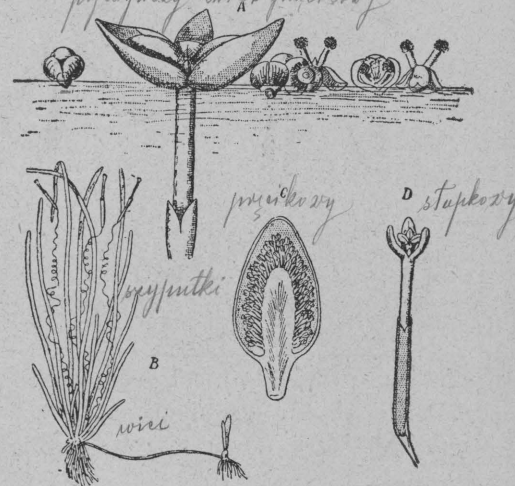
w kwiatkach, mających i słupkowie i przęciikowie, skrzyżowanie zawsze jest możliwe i takie kwiaty są w ten sposób złożone, żeby samozapylenie zostało usunięte, albo nawet stało się niemożliwe.

**152. Sposoby zapylania kwiatów.** Prawie wszystkie rośliny kwiatowe można rozdzielić na wiatropylne i owadopylne, bo wiatr i owady są pospolitymi przenośnikami pyłku na znamiona. Jednakże oprócz owadów i inne zwierzęta zapylają kwiaty. W gorących klimatach kolibry (Ryc. 254) i inne drobne ptaszki, żywiąc się nektarem, zapylają znamiona główką opyloną przedtem pyłkiem innego kwiatu. Zresztą i ślimaki mogą niekiedy zapylać kwiaty, n. p. u naszej rzęsy wodnej, po której się czołgają. Ale to są wogóle wyjątki, a powszechnie z pośród zwierząt skuteczniejszą to tylko owady. Poza nimi główną rolę odgrywają wiatry, wyjątkowo woda, bo są i wodopylne rośliny.

**153. Rośliny wodne i wodopylne.** Przeważna większość roślin wodnych wydłuża szypułki kwiatowe nad powierzchnię wody, a rozwinięte kwiaty zostają

zapyłone bądź przez owady, bądź wiatrem. Ale są rośliny wodne, zwłaszcza żyjące w morzach, jak n. p. *zostera* (*Zostera marina* L.), której zasuszone liście bywają używane pod nazwą trawy morskiej do wyścielania mebli, a także i słodkowodne jak nasza jeziora (*Najas*), które są rzeczywiście wodopylne. Ich pyłek wyrasta z pylników w długie nitki, które porwane prądem wody dostają się na wydłużone znamiona słupkowych kwiatów. Takich roślin jest ledwo do 50. Przejście od nich do takich, które rozwijają kwiaty nad wodą, stanowią niektóre żabiściekowate (*Hydrocharidaceae*) morskie i słodkowodne, jak n. p. głośna *walisnerya* (*Vallisneria spiralis* L.), żyjąca w jeziorach i rzekach południowej Europy.

Roślina ta przyrosnięta do dna wód zapomocą korzeni i łatwo rozmnażająca się zapomocą wici (Ryc. 255, B), ma liście trawiaste i jest dwupienna. Kwiaty słupkowe (Ryc. 255, D) wznoszą się zapomocą długich, spiralnie skręconych szypulek (Ryc. 255, B) ponad powierzchnię wody (Ryc. 255, A). Kwiatostany z kwiatami przęcikowymi są krótkoszypułkowe i ukrywają w szczelnie zamkniętej pochwie mnóstwo kwiatów przęcikowych (Ryc. 255, C). Skoro kwiaty przęcikowe dojrzeją, pochwa kwiatostanu otwiera się i pojedyncze kwiaty odrywają się od osady kwiatostanu. Są to jakby małe kuleczki, szczelnie zamknięte w trzech płatkach, a dzięki bańce powietrza, którą w sobie zamykają, wypływają na powierzchnię wody (Ryc. 255, A). *Walisnerya* rośnie gromadnie, więc kwiaty przęcikowe dostają się łatwo w sąsiedztwo kwiatów słupkowych. Skoro kwiaty przęcikowe wypłyną na powierzchnię wody, otwierają się. Ich płatki przeginając się na dół, ułatwiają im utrzymanie się w równowadze (Ryc. 255, A), pozwalają jak małym łódeczkom zbliżać się pylnikami do znamion słupkowego kwiatu i złożyć na nim pyłek. Skoro zapylenie nastąpiło, szypułka kwiatów słupkowych skręca się i ściąga kwiat na sam dół rośliny, gdzie owoc dojrzewa.



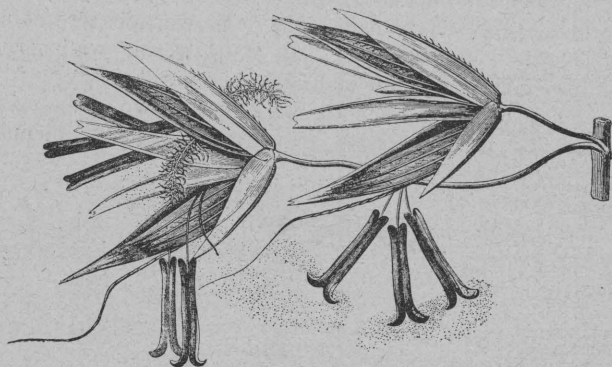
Ryc. 255. *Walisnerya*.

**154. Kwiaty wiatropylne.** Kwiat traw ukryty jest za młodu w dwu przykwiatkach, zwanych plewami. Składa się ze słupka, trzech przęcików i dwu małych łusieczek, stojących w nasadzie słupka. Słupek składa się z jednego tylko owocolistka, w załączni ma jeden załazek, szyjki nie ma, na załączni znajdują się dwa znamiona długie i piórkowate.

Skoro kwiat dojrzeje (Ryc. 256), łusieczki grubieją, naciskają na nasady plew i rozsuwają je. Wtedy kwiat się rozwija, znamiona słupka wystają z obu stron plew, a nitki przęcików zaczynają szybko rosnać, wydłużają się i pod ciężarem pylników zwieszają się na dół. Pylniki otwierają się, pyłek sypki i lekki zaczyna się wysypywać i może być porwany



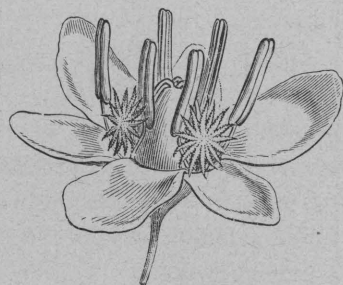
wiatrem. Skoro więc zboże kwitnie, widać tumany kurzu — utworzone przez unoszony w powietrzu pyłek. Jest zatem prawdopodobieństwo, że słupek może zostać zapylony, tem bardziej, skoro w zalążni jest tylko jeden zalążek, a piórkowate znamiona mają ogromną powierzchnię i dość



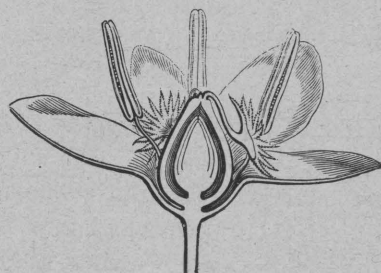
Ryc. 256. *Avena elatior* L. Kłoski trawy poruszane wiatrem. Pylniki jednego kwiatu wysypują pyłek, w drugim już go wiatr porwał; jeden pylnik jest urwany. W trzecim kwiecie (od góry) nitki pręcików zaczynają się dopiero wydłużać. Znamiona sterczą w nim z pod plew.

skrzyżowanie, to przecież samozapylenie nie jest wykluczone, owszem jest możliwe. Jeżeli jest niepogoda, to u wielu traw plewy się nie rozwierają, nitki pręcików mimo to rosną, pylniki dotykają się wskutek tego znamion i zapylają je.

Szczaw (*Rumex acetosa* L.) ma także kwiaty typowo wiatropylne. Na zewnątrz widzimy sześciolistkowy zielony okwiat, chroniący naprzód kwiat w pączku,



Ryc. 257. Kwiat szczawiu cały.



Ryc. 258. Kwiat szczawiu przecięty.

a następnie szeroko rozłożony, dalej jest sześć pręcików i słupek z trzema szyjkami na dół przegiętymi i zakończonymi wielkimi gwiazdkowato rozpostartymi znamionami (Ryc. 257). I w tym razie chociaż w słupku jest tylko jeden zalążek

jednego pyłka do zapylenia całego kwiatu. Skoro pręciki wypylą się, nitki ich marnieją, łuszczyki utrzymujące plewy w rozwarciu tracą swoją jędrność, plewy zamykają się i w zamknięciu zaczyna się słupek przeobrażać w owoc, nieotwierający się, zwany ziarniakiem.

Chociaż trawy mają kwiat tak się rozwijający, że następuje

(Ryc. 258), do którego zapylenia potrzeba jednego pyłka, przecież są trzy znaczne znamiona i mają tak wielką powierzchnię.

Rośliny wiatropylne potrzebują mieć wielkie znamiona i wytwarzać dużo sypkiego pyłka. Nie mają też ani miodników, ani woni, a jeżeli mają okwiat, to jest on zwykle zielony, bo ma tylko jedno zadanie, ochraniać kwiat w pączku tak, jak plewy ochraniają nagi kwiat traw.

Oprócz traw, turzyc (*Cyperaceae*), sitów (*Juncaceae*), większość naszych drzew należy do wiatropylnych roślin, widzimy też, że zwykle



693

Ryc. 259. Lnica (*Linaria vulgaris*), zapylana przez trzmiele.



260

Ryc. 260. Storzyc, zapylany przez pszczoły.

kwitną one przed rozwinięciem się listowia (*Laub*), któreby tamowało dostęp unoszonego wiatrem pyłka do znamion.

Zdarza się, że owadopylne kwiaty, jeżeli nie zostaną zapylone przez owady, pod koniec kwitnienia wydłużają tak nitki pręcików, że stają się wiatropylne, jak n. p. wrzosi. Są też takie rośliny, jak n. p. gatunek babki (*Plantago media* L.), których jedne pnie mają kwiaty wiatropylne, a kwiaty innych osobników są owadopylne.

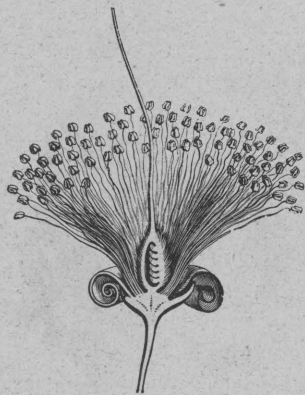
**155. Przystosowanie owadopylnych kwiatów.** Roślin z kwiatami owadopylnymi (Ryc. 259, 260) jest znacznie więcej niż z wiatropylnymi. Kwiaty jednych odwiedzają owady, żywiące się pyłkiem, jak chrząszcze, innych — szukające nektaru, jak błonkówki i motyle. Pierwsze wydzielające dużo

pyłku, możemy nazwać pylistymi w przeciwstawieniu do drugich, miodzistych, wydających oskołę (86).

W ogólności kwiaty owadopylne odznaczają się: 1) barwnością, 2) wonnością, 3) wydawaniem miodu — a ile są miodziste — i 4) — co najważniejsze — przylepnością pyłku.

Nazywamy wogóle powabnią (*Schauapparat*) barwność tych części kwiatu albo kwiatostanu, przez którą one wpadają w oczy owadom.

Pospolicie powabnią kwiatów jest korona, rzadko kielich, jak n. p. u zailców (*Anemone*), lub wogóle okwiat barwny, rzadziej pręcikowie i to w dwójki sposób: w pewnych razach przez skupienie żółtych pylników, jak to widzimy, n. p. w naszych wierzbach, lub u prawdziwych akacyi (Ryc. 261), w innych razach wskutek tego, że pręciki, zatracając pylniki czyli zamieniając się na prątniczki (*staminodia*), wykształcają pozostałą nitkę płatkowato. Tak dzieje się podczas wytwarzania kwiatów pełnych przez ogrodników i tak bywa z natury u wielu wonnorosli (*Scitamineae*), z pomiędzy których znamy pospolicie hodowane po ogrodach gatunki z rodzaju *Canna*. Świetność ich kwiatów, ich powabność, jest zależna tylko od płatkowatych prątniczek. Daleko rzadziej od pręcikowia przykwiatki kwiatostanów są powabnią; najrzadziej zdarzają się barwne znamiona, n. p. u siedempalcznika (*Comarum*).



Ryc. 261. Kwiat akacyi z powabnią pręcików.

Na płatkach lub barwnym okwiecie owadopylnych kwiatów widać często wskazniki (*Saftmaal*), to jest smugi, plamki, lub kręgi innego koloru niż barwa całej korony (Ryc. 262), jakie widzimy, n. p. u bratków, gwoździków, bodziszek (*Geranium*). Wskazują one owadom, gdzie jest miejsce, przez które mogą się dostać do nektaru i mimo woli przytem kwiat zapylać. Wskazniki są więc właściwością miodzistych kwiatów.



Ryc. 262. Wskazniki. I bratek, II i IV gwoździki, III czyściec (*Stachys*).

W kwiatach nocą kwitnących powabnia jest zwykle biała lub żółta, bo te barwy o tej porze doby najsilniej odbijają od tła zielonego listowia roślin. Przeciwnie w kwiatach dziennych spotykamy się z powabnią czerwoną i fioletową.

Wonie kwiatów są niezmiernie rozmaite, ale i najwstrętniejsze dla nas — są powabne owadom zapylającym kwiaty. Zwykle silnie wonieją kwiaty otwierające się nocą i także drobne, jak n. p. rezedy, winorośli, ale jest wiele roślin

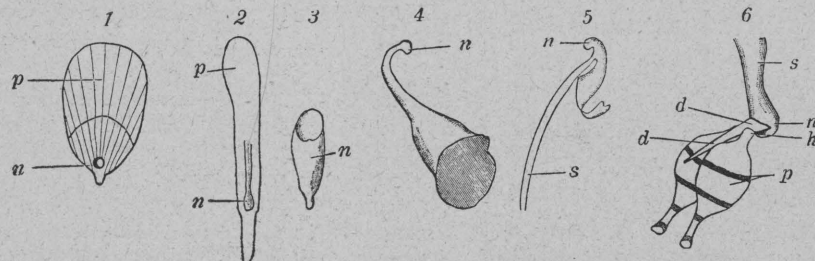
z kwiatami okazałymi kształtem i barwą, a przecież pachnących, n. p. róża i lilia. Także woń jest właściwością miodzistych kwiatów, chociaż nie wyłącznie.

Typowe pyliste kwiaty ma mak lub piwonia (Ryc. 263). Na zewnątrz znajdujemy kielich pięciolistkowy, trwałe, to znaczy, pozostające po przekwitnięciu kwiatu (Ryc. 263, 2), dalej jaskrawo czerwone wielkie płatki, bardzo liczne pręciki i kilka słupków, z których każdy po dojrzeniu pęka jedną szparą, tworząc wskutek tego owoc zwany mieszkem (Ryc. 263, 4). I mak ma podobnie wielkie, jaskrawe płatki, kwiat szeroko rozarty i mnóstwo pręcików. Kwiaty pyliste wytwarzają stosunkowo do miodzistych bardzo dużo pyłku tak, że owady, które je odwiedzają, są nim całe uwalane. Może dziesiąta część owadopylnych kwiatów należy do pylistych, niekiedy owady zapylające kwiat żywią się nie pyłkiem, tylko miękką tkanką kwiatu, ale najczęściej wabikiem na owady jest oskoła, sącząca się z miodników.



Ryc. 263. Piwonia. 1 szypulka, 2 kwiat po opadnięciu płatków, 3 korzenie i liście, 4 dwa mieszki z kielichem trwałym, 5 nasienie, 6 przecięcie nasienia.

Miodniki (126) zajmują najrozmaitsze miejsca kwiatu. Najczęściej spotykają się na płatkach n. p. jaskier lub na dnie kwiatowym, n. p. krzy-



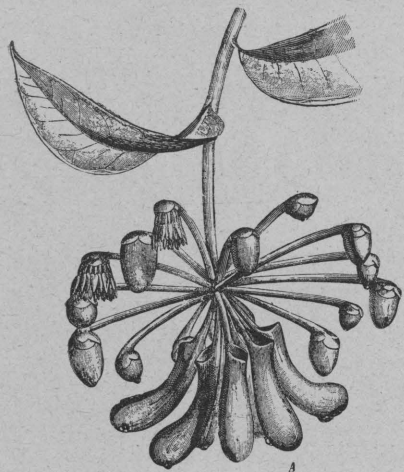
Ryc. 264. Miodniki. 1 z jaskra, 2 z pelnika, 3 z czemiernika, 4 z orlika, 5 z tojadu, 6 z czarnuszki; p znaczy płatek, n miodnik, d jego wieczko, s trzonek miodnika.

żowe (*Cruciferae*), ale spotykają się i na kielichu, n. p. niektóre piwonie, na słupku, n. p. kaczyniec (*Caltha*), na prątniczkach, n. p. sasanka (*Pulsatilla*).



Oskoła czyli miód wytworzony przez miodniki może spływać do niżej położonych części kwiatu, n. p. u martwej pokrzywy tworzy się z tyłu kwiatu, a spływa do przedniej części rurki kwiatowej.

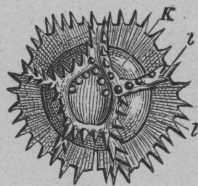
Wcale nie rzadko całe płatki lub inne liście kwiatu, zamieniają się na rurki, ostrogi, lub inne szczególne, nawet wieczkiem zamykane naczynka (Ryc. 264), w których się oskoła zbiera.



Ryc. 265. Maregravia. Kwiatostan, od góry kwiaty lub ich pączki, od dołu na szypułkach zamiast kwiatów miodniki.

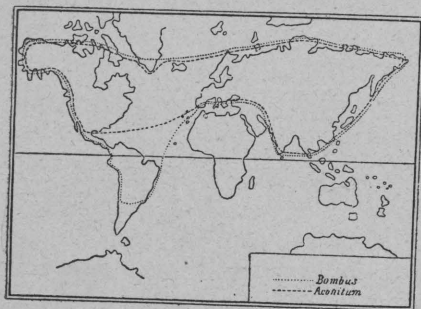
Tak jak powabnia przechodzi czasem z kwiatu na przykwiatki kwiatostanu, tak znamy przykłady, w których na pewnych szypułkach kwiatostanu stoją bezmiodnikowe kwiaty, a inne jego szypułki zamieniają się wyłącznie na kubkowate miodniki, odwiedzane przez kolibry, zapylające te kwiaty (Ryc. 265).

Jak cechą wiatropylnych kwiatów jest pyłek sypki, lotny i gładki, tak cechą owadopylnych kwiatów jest pyłek przylepny. Jego przylepność polega albo na tem, że ma powierzchnię nierówną, n. p.



Ryc. 266. Pyłek z cykoryi.

brodawczkowata, kolczasta (Ryc. 266), albo na spójności, powstającej przez drobne kropelki olejistej cieczy, przylegającej do niego, albo wreszcie, jak n. p. u wiesiolkowatych (*Onagrarieae*) — wśród pyłku znajdują się niteczki, które go łączą. To ostatnie zjawisko widać wśród hodowanych pospoliciej kwiatów, n. p. u fuksyi i azalii.



Ryc. 267. Rozszerzenie geograficzne trzmieli i tojadów.

bardziej otwarty, tem więcej różnych owadów może go zapylać, im bardziej zaś ma miodniki ukryte, tem staje się mniej dostępny owadom i bywa odwiedzany tylko przez nieliczne ich gatunki. Niekiedy kwiat tak jest przystosowany do pewnego

tylko rodzaju owadu, że roślina może rosnać tylko na tej przestrzeni ziemi, gdzie ii owad się zdarza. Taki stosunek zachodzi n. p. między rozszerzeniem geograficznym (Ryc. 267) gatunków rodzaju tojadu (*Aconitum*), a gatunkami rodzaju trzmiela (*Bombus*). Wskutek tego obce rośliny hodowane u nas, albo nawet zupełnie dziczące, jak n. p. tatarak (*Acorus Calamus*), nigdy nie wydają nasion, jeżeli nie zostaną zapylone sztucznie.

Zależność owadopylnych roślin od owadów uderza zwłaszcza w podobnych ssobie florach: alpejskiej i polarnej. Na równinie połowa kwiatów owadopylnych lbywa zapylana przez błonkoskrzydłe, w Alpach zaledwie piąta część; stosunek



Ryc. 268. Gałązka kwitnąca borówki.

ten co do motyli jest inny, bo w Alpach motyle zapylają pięć razy tyle gatunków roślin, co na równinie. Wogóle w Alpach i krainach polarnych jest daleko mniej owadów niż na równinie, nierównie też mniej i gatunków roślin. Te, które tam istnieją, mają daleko jaskrawsze zabarwienie powabni i wydają daleko więcej oskoły, niż ich pokrewne gatunki na równinie. Zdaje się na pierwszy rzut oka, że i korony alpejskich kwiatów są daleko większe, ale w rzeczywistości one wydają się tylko większe dlatego, że listowie alpejskich roślin jest drobniejsze i że polarne rośliny są przyziemne. Rezultat jest jednak ten, że kwiaty alpejskich i polarnych roślin wogóle wydają się większe, są żywszych barw (Patrz na tablicę) i tymi sposobami zwabiają owady stosunkowo liczniej, niż na równinie.



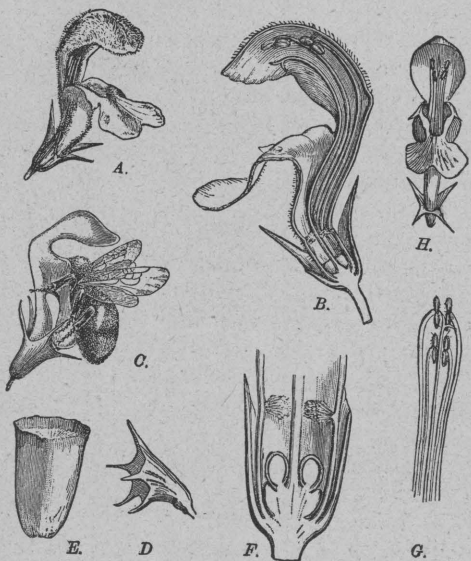
Ryc. 269. Kwiat borówki bez korony.

**156. Kwiaty owadopylne.** Przykład kwiatów promienistych. Rozwinięte kwiaty borówek (*Vaccinium Myrtillus* L.) są zwieszane na dół (Ryc. 268). Ich korona jest zrosłopłatkowa, wreczkowata i tak na kraju zaciśniona, że tylko pszczoły, mające dość długi język, żeby się dostać

do miodników, stojących na dnie kwiatu, mogą je odwiedzać i zapylać. Znamię wystaje nieco na zewnątrz kwiatu (Ryc. 268), owad więc musi go dotknąć rychlej, niż — wpuszczając do kwiatu ssawkę — poruszy pręciki. Stoją one na dnie, skupione pylnikami koło szyjki, mają na nitkach po dwie przyczepki, sterczące na zewnątrz aż do korony (Ryc. 269). Ich pylniki otwierają się dziurkami na szczycie. Pszczoła, chcąc wyssać miód, musi poruszyć przyczepki, przez co porusza pylniki, a ich pyłek wysypuje się na głowę owadu. Skoro owad przychodzi do następnego kwiatu, to dotyka się najpierw jego, wystającego z korony, znamienia i zapyla je pyłkiem, pochodzącym z poprzedniego kwiatu. Chociaż więc w tym samym kwiecie są pręciki i znamiona, to przecież podczas zapy-

lania kwiatów przez owady następuje skrzyżowanie (146). Cale też tak szczególne urządzenie kwiatu borówki łączy głównie do tego celu. Jeżeli jednak pszczoły nie odwiedzają kwiatów to ostatecznie pyłek sam przez się zaczyna się wysypywać z przestających pylników, spada na stojące niżej znamię i następuje samozapylenie.

Przykład kwiatów grzbiecistych. Martwa pokrzywa (*Lamium album* L.) ma kwiaty grzbieciste i wargowe, to znaczy, że korona jest rurkowa i w górnej części rozcięta na dwie wargi: dolną powstałą z trzech płatków, górną z dwóch, i jest sklepista (Ryc. 270, A). Pręcików



Ryc. 270. Martwa pokrzywa. A kwiat cały, B przecięty, C zapyłany przez trzmieľa, D kielich, E owoc, F przecięcie nasady kwiatu, G pręcikowie, H kwiat widziany z przodu.

jest cztery (Ryc. 270, G), są dwusilne (dwa dłuższe, dwa krótsze), a ich nitki skrzywiają się tak, że są ukryte pod sklepieniem górnej wargi (Ryc. 270, B, H). Słupek jest górny, jego szyjka wychodzi z zagłębienia zalążni (Ryc. 270, F) i skrzywia się tak, że biegnie tuż pod sklepieniem górnej wargi, poniżej pręcikowia (Ryc. 270, B). Szyjka rozwidła się na dwa zrazy, z których górny zwrócony jest ku pręcikom, a dolny ze znamieniem wystaje na dół. Martwą pokrzywę zapyłają gatunki trzmieli (Ryc. 270, C), mające długi język. Zanim siędą na kwiat, muszą one dotknąć łbem naprzód dolnego zrazu szyjki ze znamieniem, a potem dopiero pręcików, jeżeli więc były już na poprzednim kwiecie rośliny, to zebrany tam pyłek przenoszą na znamię i wywołują skrzyżowanie. Zapyliwszy bezwiednie kwiat, piją oskołę która się sączy z miodników koło górnej strony zalążni, a zbiera się w dolnej części rurki korony po przeciwnej stronie. Miód ochraniają od nieproszonych gości, n. p. bardzo drobnych owadów, któreby się do rurki korony dostały, włosy stojące na rurce korony nad zbiornikiem (Ryc. 270, F). Gatunki zaś trzmieli z języczkiem nie dość długim, żeby się dostać do oskoły od otwartej strony kwiatu, rabują ją, robiąc od zewnątrz dziurę w rurce korony, a przez tak zrobiony otwór kradną go potem i pszczoły. Zjawisko takie jest wogóle nierzadkie (Ryc. 271).

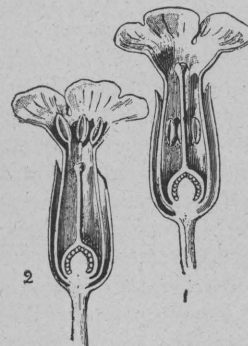
Jeżeli kwiaty nie zostaną zapyłone przez skrzyżowanie, to nitki

pręcików rosną tak, że ich pylniki spotykają się ze znamieniem i następuje samozapylenie.

Kwiat martwej pokrzywy jest grzbiecisty, a jest przystosowany do zapylenia przez owady przez to, że z jednej tylko strony znajduje się w nim dostęp do miodników, że w tę stronę otwierają się pylniki i ku tej stronie zwrócone jest znamię słupka.

157. Dwupostaciowość roślin owadopylnych. Są rośliny, jak n. p. pierwiosnek, których jedne osobniki mają kwiaty ze sterzącą prawie do wierzchu kwiatu szyjką a z pręcikami przyrośniętymi w połowie wysokości rurki korony (Ryc. 272, 1), w innych zaś osobnikach położenie znamienia i pręcików jest odwrotne (Ryc. 272, 2). W tych ostatnich kwiatkach samozapylenie jest możliwe, w innych niemożliwe, w obu skrzyżowanie przez owady odwiedzające kwiat korzystne. Doświadczenia wykazały, że najkorzystniejsze skrzyżowanie następuje, jeżeli pyłek z wysoko utwierdzonych pręcików dostanie się na wysoko stojące znamiona i odwrotnie. Takie zjawisko nazywa się dwupostaciowością. Są rośliny z trójpostaciowymi kwiatami, n. p. szczawik (*Oxalis*). We wszystkich tych przypadkach szyjka bywa więc różnej długości i dlatego ogólnie takie kwiaty nazywają się różnosłupkowe (*heterostylia*); krwawnica (*Lythrum*) i tatarka do nich także należą.

158. Dwoistość (*dichogamia*) kwiatów owadopylnych. Czy kwiaty owadopylne są tak szczególnie złożone, jak n. p. u borówki lub martwej pokrzywy, czy są dwu- lub trójpostaciowe, to zawsze dość jest, żeby owady przechodziły z kwiatu na kwiat raz jeden, a już przy tej sposobności mogą kwiat zapylić, bo we wszystkich tych przypadkach znamiona i pylniki dojrzewają współcześnie.



Ryc. 272. Dwoiste kwiaty pierwiosnka.

U roślin, których kwiaty są dwoiste, pręciki i znamiona nie dojrzewają współcześnie, ale kolejno — jedno po drugim. W tym więc razie owady muszą odwiedzać ten sam kwiat dwa razy, żeby go zapylić. Dwa mogą być przypadki dwoistości: albo naprzód dojrzewają szyjki, a dopiero, skoro ich znamiona zwiędną, wysypuje się pyłek pręcików albo rzecz się ma odwrotnie. Pierwsze kwiaty nazywamy przedślupnymi (*proterogynia*), drugie przedprątными (*proterandria*). Przedślupność, jaką spotykamy n. p. u gruszy, jabłoni — jest daleko

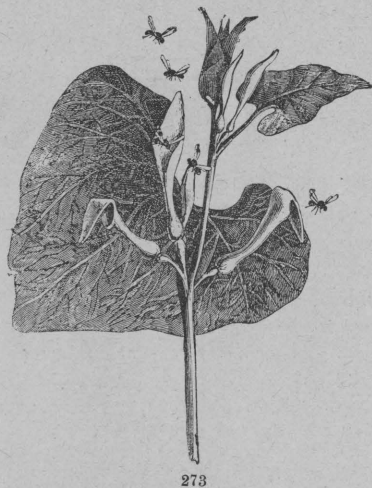


Ryc. 271. Bąk kradnący miód z wrzosu.

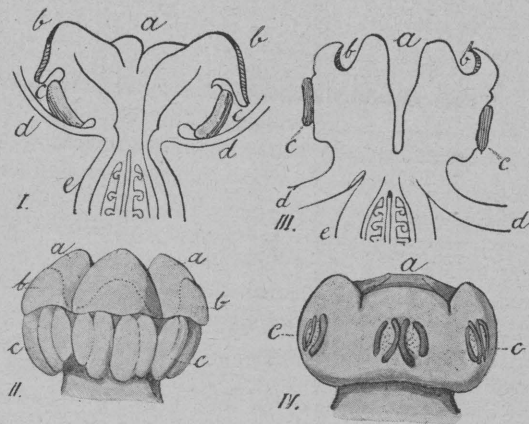


rzadszem zjawiskiem w owadopylnych kwiatach, niż bardzo rozpowszechniona przedprątność takich kwiatów, bardzo widoczna n. p. u ślazu. U roślin wiatropylanych zaś przedślupność jest pospolita.

Przykład kwiatów przedślupnych. Kokornak (*Aristolochia Clematidis* L.) ma okwiat jasno żółty, w nasadzie rozdęty, potem zwężający się w rurkę,



273



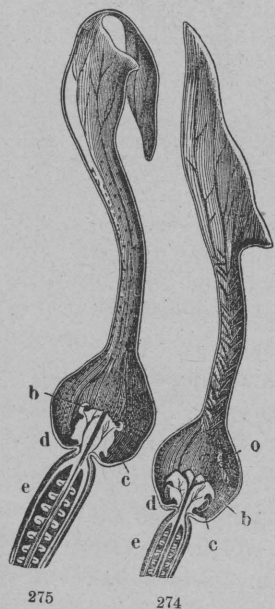
276

Ryc. 273. Galazka kwitnącego kokornaku.

Ryc. 274. Kwiaty kokornaku z dojrzałym znamieniem.

Ryc. 275. Kwiaty kokornaku z dojrzałym pyłkiem.

Ryc. 276. I i II szyjka i preciki odpowiadające rycinie 274; III i IV odpowiadające rycinie 275. — We wszystkich rycinach oznacza a szyjki, b ich znamiona, c preciki, d okwiat, e zalążnię.



275

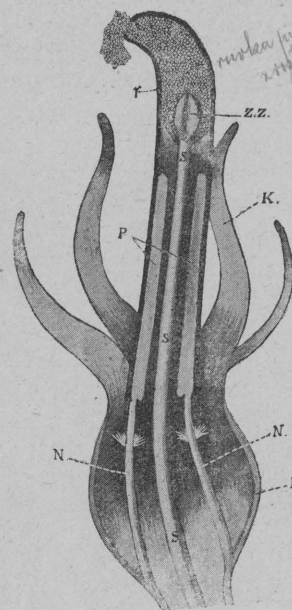
274

kłóć się w jednostronnie wyciągniętą wargę (Ryc. 273). Skoro kwiaty się rozwijają, są zwrócone ku górze, wargę ich sterczy prosto (Ryc. 274), a rurka wysłana jest mnóstwem na dół skierowanych włosów bardzo sprężystych, które pozwalają małym muszkom i komarom przeciskać się między nimi i wchodzić do kwiatu, ale wyjść napowrót nie pozwalają. W tym stanie znamiona słupka są już rozwinięte (Ryc. 276, I i II). Owadki — o ile z innego już kwiatu pyłek przyniosły — zapylają znamiona i wywołują skrzyżowanie. Teraz zaczynają się pylniki otwierać (Ryc. 276, III i IV), kwiat na szypułce przekrzywia się na dół, włosy marnieją i pozwalają kilkodzielnym wężom wylecieć z kwiatu (Ryc. 275). Całe opylone biegają do drugiego kwiatu, znajdującego się w przedślupnym stanie, i zapylają go. Wreszcie kwiat zwiesza się całkiem ku dołowi, a wargę przekrzywia się na kraj rurki tak, że ją zamyka (Ryc. 273).

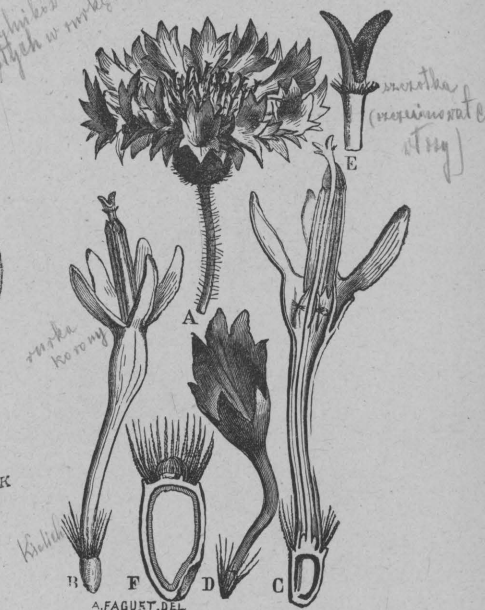
Mimo tak szczególnego złożenia kwiatu samozapylanie nie jest wykluczone, bo jeżeli owady do kwiatu nie przyszyły, to ziarenka pyłku mogą z pylników wyrosnąć w łagiewki, które dosięgają znamion i kwiat zapylają.

Przykład kwiatów przedprątnych. W kwiatostanie blawatków (Ryc. 278), zwanym koszyczkiem, skrajne kwiaty, w jednym zewnętrznym rzędzie są nijakie (144), mają tylko rozwinięte korony; nadają one całą świetność kwiatostanom, są ich powabnią. Reszta kwiatów ma dolny słupek, kielich w postaci puchu, rurkę korony pięcioczęciową. Do rurki korony przyrośnięte są nitki pięciu precików, pylnikami zrosłych w rurkę, która się poza pylniki przedłuża i jest nieco skrzywiona pod szczytem. Szyjka słupka zakończona jest dwoma zrazami, które tylko na górnej powierzchni mają znamiona. Pod zrazami szyjka obrosła jest szczeciniastymi włosami, skośnie w górę wzniesionymi i tworzącymi jakby szczotkę.

W kwiecie na-przód dojrzewają pylniki, otwierające się do środka, pyłek może się więc wysypywać tylko do rurki pylników. W tym stanie zrazu szyjki są stulone górnymi powierzchniami, które są znamionami (Ryc. 277, x, x), pyłek nie może się więc dostać na znamiona. Koniec szyjki, skoro pylniki dojrzewają, dochodzi do początku rurki pylników, a rosnąc potem dalej, wygarnia za pomocą szczotki włosów wszystkich pyłek na zewnątrz (Ryc. 278). Może to jednak nastąpić, nim szyjka wyrośnie — i w jednej chwili, bo nitki pylników są drażliwe na dotknięcie. Jeżeli owad szukający miodu, znajdującego się w nasadzie szyjki, dotknie się ssawką choćby jednej nitki precika, to wszystkie nitki naraz się kurczą i cała rurka pylników, na nich oparta, zostaje wskutek tego naraz gwałtownie ściągnięta na dół. W razie takiego ruchu rurki pylników, szczotka szyjki sztywnie stojącej musi też pyłek od razu wygarnąć na zewnątrz. Skoro pyłek został wygarnięty, a szyjka rosnąc dojdzie do końca krzywej rurki pylników, to



277



278

Ryc. 277. Kwiat blawatki w przedprątnym stanie, przecięty podłużnie. KK korona, NN nitki precików do niej przyrośnięte, PP ich pylniki przechodzące w rurkę r, SS szyjka słupka (jej nasada na rycinie 278, C), zakończona szczotką, ponad nią dwa zrazy z z stulone.

Ryc. 278. Blawatek. A cały koszyczek, B kwiat cały w drugim stanie z rozwiniętymi zrazami, C jego przecięcie, D kwiat nijaki, E koniec szyjki ze szczotką i zrazami, F niełupka z kielichem w postaci puchu.

sama się skrzywia, wychodzi na zewnątrz, a wydłużwszy się ponad pręcikowie, rozwiera zrazy (Ryc. 278). Teraz kwiat będzie w drugim stadium, nie ma już pyłku, ale ma płasko rozłożone znamiona. Ponieważ w koszykach kwiaty rozwijają się od obwodu ku środkowi, przeto kiedy obwodowe mają już rozwarte znamiona, to wewnętrzne albo je dopiero rozwierają, albo znajdują się w pierwszym stanie i na szczycie ich rur pylników znajduje się wygarnięty gruzelkowaty pyłek. Owady chodzące po koszyczku walają się więc na środku koszyczka pyłkiem i przenoszą go na znamiona obwodowych kwiatów, które tym sposobem przez skrzyżowanie zapylają.

**159. Samozapylenie.** Chociaż skrzyżowanie jest dla roślin pożyteczne, przecież samozapylenie nie bywa wykluczone. Owszem pospolicie nawet — w razie niedojścia do skutku skrzyżowania — następuje samozapylenie,



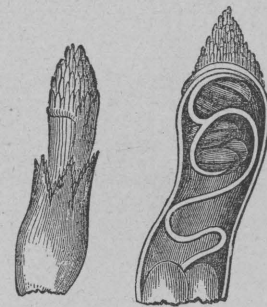
Ryc. 279. Gruszyca. 1 pęczek przecięty, 2 roślina z kwiatem owadopylnym, 3 jego przecięcie, 4 roślina z kwiatem samopylnym, 5 jego przecięcie.

w dość złożony sposób, jak n. p. u gruszy (Ryc. 279, 2). W małej tej roślince szypułka kwiatu jest tak przegięta, że kwiat zwrócony jest pionowo na dół (Ryc. 279, 2). Szyjka — podobnie jak u borówki — wystaje na dół kwiatu. — Pręciki nie mają tu przyczepki, ale ich pylniki, otwierające się dziurkami na szczycie, są ruchome koło łącznika i tak ustawione w rozwiniętym kwiecie, że otworki ich zwrócone są ku górze (Ryc. 279, 3). Zapylenie przez skrzyżowanie odbywa się podobnie, jak u borówki. Owad chcąc dostać się do miodu, trąca o ciężki pylnik, który pod wpływem uderzenia przewraca się koło łącznika i przez dziurki wysypuje pyłek na owad. Jeżeli niema skrzyżowania, jeżeli n. p. wskutek deszczów owady kwiatów nie odwiedzają, to szypułka kwiatu rośnie tak,

n. p. przez wyrastanie nitek pręcików (trawy, marta pokrzywa), przez wysypywanie się pyłku przedtem niesypnego (borówka), przez wyrastanie łagiewki zpyłkówpylnika wprost na znamiona (kokornak) i w najrozmaitszy inny sposób, n. p., że pyłek wysypuje się na płatki, a te zamykając kwiat (146) przekrzywiają się i przenoszą go na znamiona, najczęściej więc przez ruchy pewnych liści kwiatów, czasem

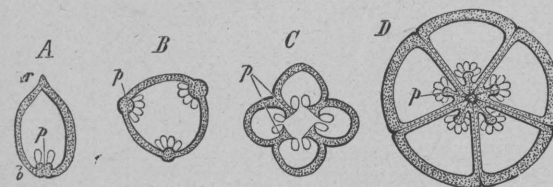
że kwiat zostaje skośnie na niej zawieszony (Ryc. 279, 4), współcześnie zaś nitki pręcików rosną i skrzywiają się w ten sposób, że ich pylniki zwieszają się dziurkami na dół, wskutek czego pyłek wysypujący się z nich może spaść wprost na znamię (Ryc. 279, 5).

**160. Kwiaty skrytopylne.** Chociaż rośliny mają mnóstwo sposobów, żeby, jeżeli skrzyżowanie nie wzięło skutku, nastąpiło samozapylenie, jednakże są kwiaty w tak szczególny sposób złożone i tak przystosowane do zapylania przez pewien tylko gatunek owadu, że, skoro go zabraknie, samozapylenie nastąpić nie może. Widać to u nas dość często podczas słotnej wiosny na storczykach, które w takim razie przekwitają bez wydawania nasion. Otóż są rośliny, mające tak złożone kwiaty, że samozapylenie jest u nich wykluczone, jak n. p. bratki, pewne fiołki, szczawik, które, jeżeli nie zawiążą nasion w zwykłych barwnych kwiatach pospolicie znanych, tworzą kwiaty innej postaci, nigdy się nie otwierające, przeznaczone wyłącznie do samozapylania. Takie kwiaty skrytopylne (*cleistogami*) są zwykle drobne, mają tylko zielony okwiat, a pylniki ich pręcików stykają się od razu ze znamionami. U pewnego gatunku jasnoty (*Lamium amplexicaule* L.) dość często można spotykać takie skrytopylne kwiaty (Ryc. 280).



Ryc. 280. Kwiat skrytopylny jasnoty cały i przecięty podłużnie.

**161. Słupek, komory, łożyska.** Słupek złożony z jednego owocolistka jest jednokrotny i ma w zalążni jedną jamę, jest jednokomorowy. Wzdłuż brzegów, którymi owocolistek jest zrosły, ciągnie się łożysko, t. j. miejsce, na którym stoją zalążki. Łožysko jest tu ściennie (Ryc. 281, A, p).



Ryc. 281. Przecięcia poprzeczne zalążni; p łożyska.

Słupek wielokrotny jest albo jednokomorowy (Ryc. 281, B) i wówczas łożyska, których jest tyle, ilokrotny jest słupek, są ściennie, albo

przez zrastanie się owocolistków nie tylko krajem, ale bokami — taki słupek staje się wielokomorowy (Ryc. 281, C, D), a ściany oddzielające komory nazywają się przegrodami. Łožyska w takim razie są kątowe.

Zdarza się, że zalążki stoją tylko na spodzie zalążni, jak n. p. u szczawiu (Ryc. 258), u pierwiosnka na łożyskach środkowych.

Jeżeli w kwiecie jest wiele słupków, to są jednokrotne; jeżeli jest jeden, może być jedno-, dwu- wogóle wielokrotny.

Słupki wielokrotne mogą mieć wolne szyjki, n. p. u lnu (Ryc. 282), albo jedną szyjkę, ale odrębne znamiona, n. p. u lipy (Ryc. 283) i wówczas ich n. p. pięciokrotność poznaje się po tych szyjkach i znamionach, albo



znamie jest tylko jedno i wówczas ilokrotność poznaje się po ilości łożysk lub komór.

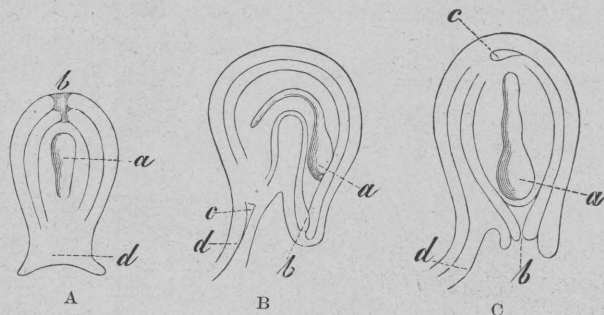
**162. Zalążki.** Chociaż zalążki są zawsze złożone z takich samych części (Ryc. 241), jednak położenie tych części może być rozmaite, wskutek czego odróżnia się zalążki proste, skrzywione i przewrócone (Ryc. 284). W zalążkach skrzywionych ośrodek jest łukowaty, w dwu innych jest wyprostowany, ale w zalążkach przewróconych znaczek stoi obok okienka, w prostych naprzeciw niego.



Ryc. 282. Słupek lnu otoczony kielichem trwałym.  
Ryc. 283. Kwiat lipy.

**163. Dojrzewanie owoców, szupinki.** Skoro kwiat przekwitnie (149), zwykle tylko zalążnia zamienia się w owoc, szyjka zaś zsyca się i odpada, jak to widać n. p. na owocach wiśni, na których szczycie okrągła plamka jest właśnie śladem po odpadłej

szyjce. Sama zaś owocnia (149) — przez przystosowanie się do różnego sposobu rozsiewania nasion — rozrasta się i przeobraża w rozmaity sposób: to mięśnieje, to zsyca się, a zsycając się albo pozostaje zwarta, albo pęka w najrozmaitszy sposób (166).

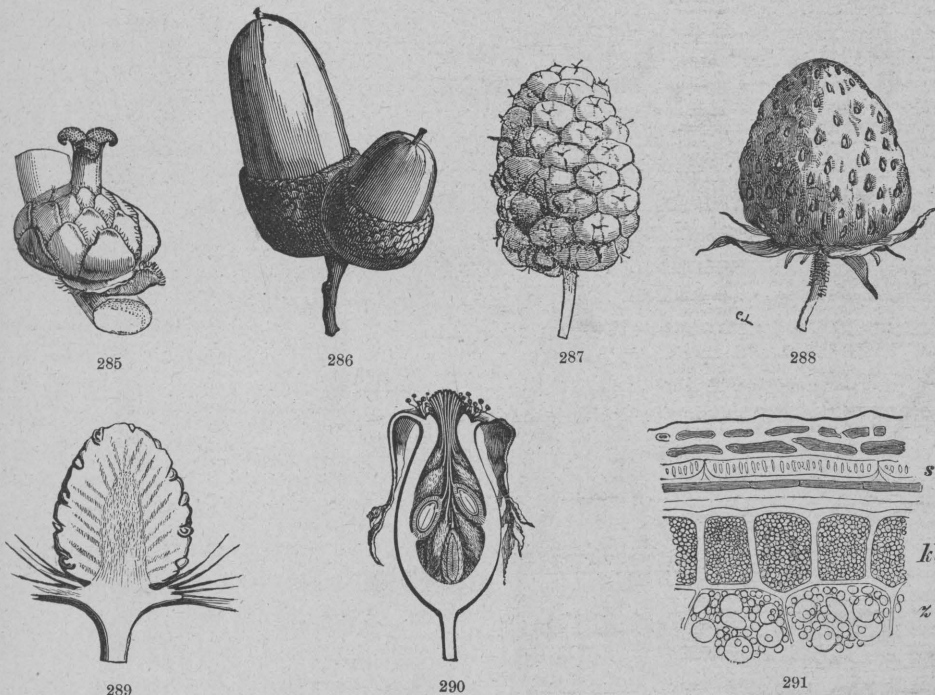


Ryc. 284. Zalążki: A prosty, B skrzywiony, C przewrócony; a wóreczek zalążkowy, b okienko, c zakończenie sznureczka d.

Zalążnia może być jednozalążkowa, n. p. szczaw, trawy (154), albo wielozalążkowa, n. p. mak, ale nie wszystkie zalążki przeobrażają się na nasiona, bo te, które nie zostaną zapyłone, marnieją; widać to nawet zewnętrznie, n. p. u wargowych, gdzie z czterech wypukłych komór tylko te się rozwijają, których zalążek się rozwija. Ale u niektórych roślin ilość nie tylko zalążków, ale i komór przez zronienie zostaje w owocu zredukowana. Tak n. p. lipa ma słupek pięciokomorowy, a komory dwuzalążkowe, owoc zaś przez zronienie ma tylko jedną jamę z 1 lub 2 nasionami, inne choćby były zapyłone marnieją.

Jeżeli oprócz słupka inne części kwiatu biorą udział w rozwoju owocu, to nazywamy je szupinkami. Szupinką jest wielolistna okrywa w kwia-

tach słupkowych dębu (Ryc. 285), która je za młodu ochrania od nieprzyjaznych wpływów, a w dojrzałym owocu (Ryc. 286) tworzy miseczkę, z której się żołędź łatwo wyluszcza. Najpospolitszą szupinką bywa kielich trwały (Ryc. 263, 4), nieraz przystosowany do lotu (Ryc. 311). Często szupinki są mięsiste, przystosowane do zjadania przez zwierzęta w celu rozsiania nasion. Taką mięśniejącą szupinką staje się okwiat u morwy



Ryc. 285. Kwiat słupkowy dębu. — Ryc. 286. Żołędzie w miseczkach. — Ryc. 287. Owocostan morwy. — Ryc. 288. Owoc wielokrotny poziomy, 289 przecięty podłużnie. — Ryc. 290. Owoc wielokrotny różny, przecięty podłużnie. — Ryc. 291. Zewnętrzna część pszenicznego ziarna w przecięciu; s owocnia i skorupa nasienia zrosła z sobą; kl warstwa komórek wypełnionych ziarnkami proteinowymi; z warstwa komórek wypełnionych skrobią.

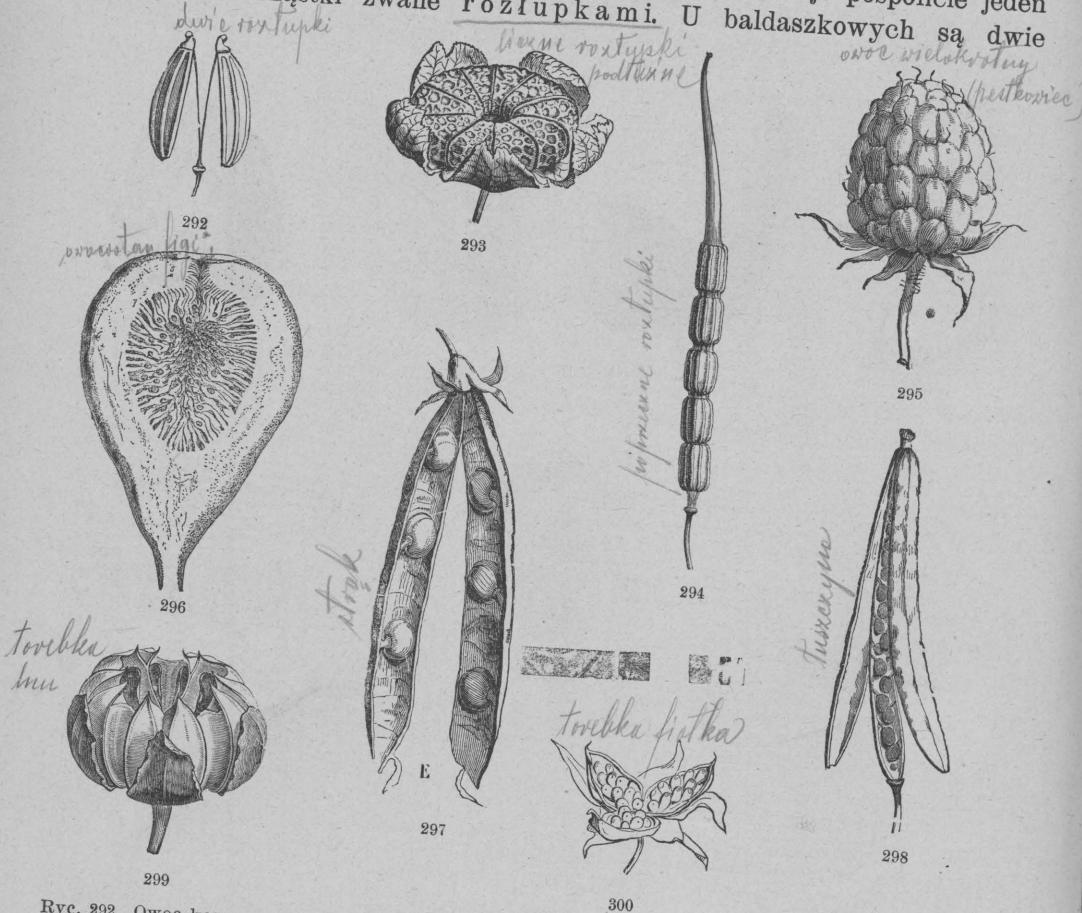
(Ryc. 287), dno kwiatowe stożkowate u poziomki (Ryc. 289) lub słoikowate u róży (Ryc. 290).

**164. Dojrzewanie nasion.** Dojrzewanie nasion polega na rozwoju zarodka odżywiającego się zapomocą wieszadelka (Ryc. 242), na gromadzeniu się bielma, na powstawaniu skorupy z tkanek ośrodka i osłonek.

W tkance bielma gromadzą się materiały zapasowe pod postacią skrobi, tłuszczów, ziarenek proteinowych (Ryc. 291); czasem gromadzą się w ścianach jako błonnik, wówczas bielmo może być twarde jak kość, n. p. w nasieniu daktyla, fałszywie nazywanem pestką.

Nasienie staje się wreszcie dojrzałe przez utratę wody z tkanek, wobec czego wszystkie procesy żywotne ustają i komórki przechodzą w stan utajonego życia.

**165. Owoce i owocostany.** Z jednego słupka powstaje pospolicie jeden owoc, albo czastki zwane rozłupkami. U baldaszkowych są dwie



Ryc. 292. Owoc kopru. — Ryc. 293. Owoc ślazu. — Ryc. 294. Owoc rzodkwi. — Ryc. 295. Owoc wielokrotny maliny. — Ryc. 296. Owocostan figi, przecięty podłużnie. — Ryc. 297. Strąk grochu. — Ryc. 298. Łuszczyzna laku. — Ryc. 299. Torebka lnu. — Ryc. 300. Torebka fiołka.

(Ryc. 292), u wargowych cztery, u ślazów (Ryc. 293) liczne, podłużne rozłupki; owoc rzodkwi rozpada się w miejscach przewężenia (Ryc. 294) na liczne poprzeczne rozłupki.

Jeżeli w kwiecie są liczne słupki i każdy zamienia się na owoc (Ryc. 264, 4), to powstaje owoc wielokrotny. Owoce tworzące go mogą się niekiedy zrastać, n. p. pestkowce maliny (Ryc. 295), albo są po-

łączone z sobą przez szupinkę, n. p. niełupki poziomki przez mięśniejące dno kwiatowe (Ryc. 288).

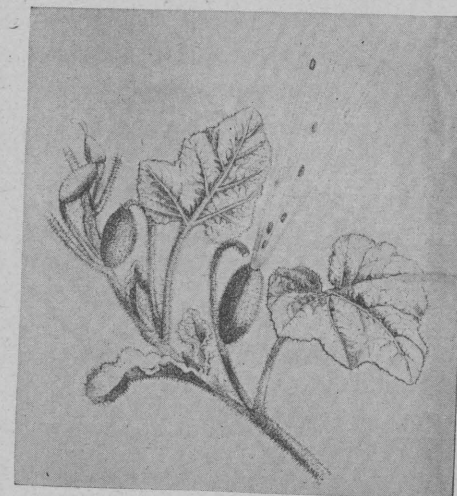
Choćby kwiaty stały w kwiatostanach bardzo blisko siebie, n. p. w słoneczniku, powstające z nich owoce pospolicie się nie zrastają, ale wyjątkowo mogą się zrastać w tak zwane owocostany, n. p. w ananasie lub fidze (Ryc. 296) przez mięśnienie osadki kwiatostanu. To też tak zwane ziarenka w fidzie nie są jej nasionami, ale są owocami (niełupkami). X



Ryc. 301. Torebka gniewosza.

**166. Znaczenie owoców i nasion.** Tak jak rozmaiłość kwiatów jest w związku z ich zapylaniem przez skrzyżowanie (151), tak różnorodność owoców jest w związku z ich rozsiewaniem. Chodzi o to, żeby nasiona zostały rozrzucone z dala od rośliny macierzystej, bo tylko w ten sposób mogą znaleźć wolne miejsce, na którym mogą wyrosnąć w nowe pokolenie. O różności owoców można nabrać wyobrażenia, porównyując ich typy,

a więc: z owoców mięsistych, n. p. jagody porzeczki i pestkowce śliwy, z owoców niepekających ziarniaki traw (154) i niełupki złożonych (Ryc. 311), z owoców pekających mieszki otwierające się jedną szparą (Ryc. 264, 4), strąki (Ryc. 297) pekające na dwie łupiny, łuszczyny (Ryc. 298) zostawiające — po odpadnięciu łupin — na szypulce przegrodę z nasionami i wreszcie torebki to otwierające się dziurkami, n. p. u maku, to wieczkiem, n. p. u lulka, to najczęściej podłużnymi szparami, n. p. lnu (Ryc. 299) lub fiołka (Ryc. 300). Różność zaś nie tylko owoców, ale i nasion, pozostaje właśnie w ścisłym związku z rozsiewaniem, dlatego należy je pod względem rozsiewania rozpatrywać wspólnie.



Ryc. 302. Ośli ogórek (Echallium elaterium), rosnący dziko w Grecji, który wytryskuje nasienie.

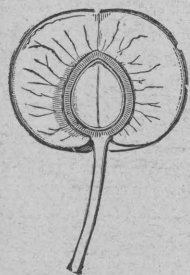
**167. Rozsiewanie przez samopomoc.** Z każdego owocu, który dojrzewając pękł, albo wiatr, kołysząc szypulkę, albo zwierzę, trącając nią, może wypruszyć nasiona. Nieraz to rozrzućcie nasion jest energiczne,



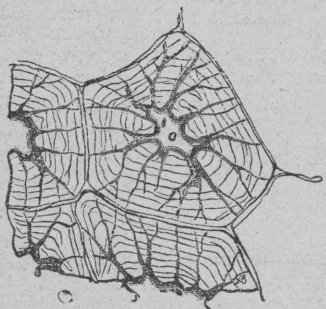
a czasem i gwałtowne. Strąki grochu pękawszy, skręcają swoje łupiny, przez co nasiona zostają wyszczyknięte, podobnie robią łupiny torebek fiołków.

Torebki gniewosza, jeszcze zielone, pod wpływem ciepła nawet ręki naraz pękają, a skręcające się łupiny (Ryc. 301) rozrzucają nasiona. Ogórek osli (*Ecballium Elaterium* L.) rosnący w południowej Europie ma małe ogóreczki, w których przez nagromadzenie się wody nasiona są pod znacznym ciśnieniem, jak szampan w butelce; skoro pod tem ciśnieniem szypułka owocu się oderwie, to śluzowate nasiona zostają naraz gwałtownie wytrysnięte. U szczawików (*Oxalis*) zewnętrzna warstwa skorupy nasienia gwałtownie się kurczy, przez co reszta nasienia zostaje daleko wyprysnięta.

**168. Rozsiewanie przez zwierzęta.** W młodym wieku owoce mięsiste, t. j. jagody (*bacca*), n. p. winogron, agrestu, daktyli, oraz pestkowce (*drupa*),



303



304

Ryc. 303. Owoc wiśni, przecięty podłużnie.

Ryc. 304. Twardzielina z pestki orzecha włoskiego, w przekroju; widać komórki z grubymi ścianami z kanalikami.

n. p. śliwy, wiśni są cierpkie od garbnika, a wspólnie kwaśne najczęściej od kwasu jabłkowego, winnego lub cytrynowego, przez co są niesmaczne i ochronione od pożerania przez zwierzęta. W miarę dojrzewania nasion dojrzewa i owocnia zamieniająca się w jagodach pod powłoką skórki na mięso, w pestkowcach zaś wytwarzająca pod

mięsem, z najwewnętrzniejszych warstw ściany słupka (owocni), tak zwaną pestkę (Ryc. 304). Podczas dojrzewania garbnik powoli zostaje zużyty i znika, a kwasy najczęściej — choć częściowo — zamieniają się na cukry. Dojrzałe owoce mięsiste są więc pospolicie kwaskowate i słodkie. Ich barwa, podobnie jak dziennych owadopylnych kwiatów, jest czerwona lub fioletowa, przez co odbija od zieloności listowia i zwabia zwierzęta zwłaszcza ptaki, dla których przeznaczona jest mięsista część owocu. W jagodach skorupa nasienia jest tak twarda, n. p. w winogronach, że trudno jej zębem rozkruszyć, czasem bielmo, n. p. w daktylu, chroni zarodek, w pestkowcach zaś nasienie ma delikatną wprawdzie skórkę, ale zamknięte jest w ochronnej pestce (Ryc. 303). To też ptaki żywiące się owocami mięsistymi zjadając ich mięso rozrzucają nasiona lub pestki, a choćby je połknęły, strawić ich nie mogą i oddają z kałem. W ten sposób właśnie przenoszą ptaki nasiona zawarte w jagodach jemioli (129) na gałęzie drzew, na których ten pasorzyt może się rozwijać.

W wielu razach owoce i nasiona bywają bezwiednie przenoszone przez zwierzęta wskutek tego, że ich powierzchnia jest bądź lepka, bądź kudłata lub zadzierzysta, tak n. p. nasiona lnu i ogórka są lepkie, nasiona bawełny otoczone kutnerem (Ryc. 305), używanym do przędzenia nici,



Ryc. 305. Nasiono bawełny, przecięte podłużnie.

a zadzierzystych owoców (Ryc. 306) trudnoby było zliczyć.

Niekiedy i mimetyzm, t. j. naśladowanie postaci, odgrywa w rozsiewaniu pewną rolę.

Pewien gatunek pszenica (*Melampyrum pratense* L.) ma nasiona białe, gładkie, łudząco podobne do poczwerek mrówek. Mrówki należą wprawdzie do

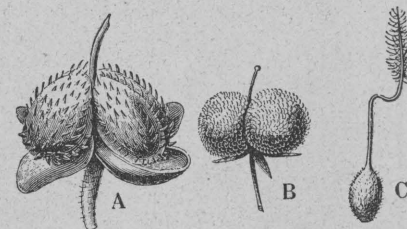
najmądrzejszych zwierząt (są takie w gorących klimatach, które hodują sobie w mrowiskach pewne pleśnie na pokarm (Ryc. 322) tak, jak my pieczarki), a przecież dają się złudzić tym pozorem pszenicowych nasion i przenoszą je do swych mrowisk,

gdzie w cieple kiełkują. Nie szkodzi im takie zagrzebanie, bo podczas kiełkowania łożyska niosąca liścienie może się szczególnie wydłużać.

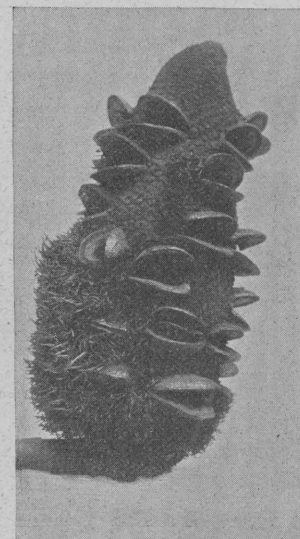
**169. Rozsiewanie przez wodę i ogień.** Z pomiędzy czterech żywiołów woda i ogień najrzadziej pośredniczą w rozsiewaniu owoców i nasion. Nasiona lub owoce bywają przystosowane do rozsiewania przez wodę najczęściej przez to, że są gatunkowo od niej lżejsze. W naturcy (*Tropaeolum*) pospolicie hodowanej w ogrodach mają nawet postać małych stateczków. Czasem, choć są względnie cięższe niż woda, mają powierzchnię gładką



Ryc. 307. Banksya owocostan cały.



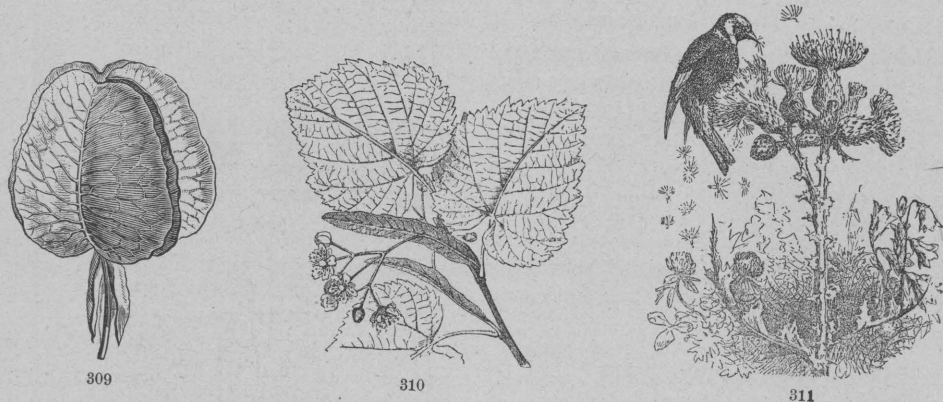
Ryc. 306. Owoce zadzierzyste. A Cynoglossum, B Galium Aparine, C Geum urbanum.



Ryc. 308. Banksya owocostan opalony, widać pootwierane owoce.

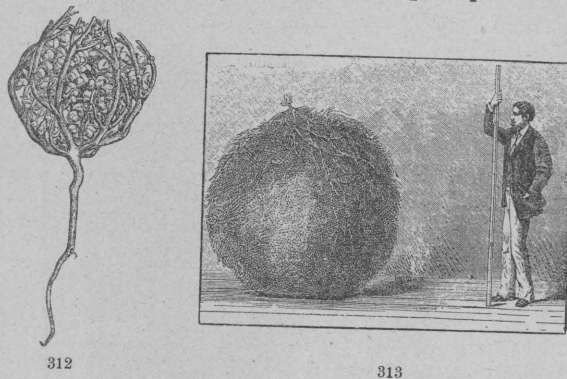
i tłustawą, przez co mogą się utrzymać na powierzchni wody tak, jak igła stłuszczona przez przetarcie między palcami i ostrożnie płasko na jej powierzchni położona.

Puszyste nasiona i owoce mają puch zwykle podobnie nienamakalny, to też skoro padną na powierzchnię wody, mogą z nią dalej płynąć, tembardziej, że powietrze między puchem może się zbierać w bańkę. Nasiona cisu są otoczone od dołu jakby mięsistym, odstającym kubkiem (Ryc. 235); skoro wpadną do wody,



Ryc. 309. Skrzydłak szczawiu. — Ryc. 310. Kwiatostan lipy. — Ryc. 311. Rozsiewanie osu przez szczygła.

toną, ale po pewnym czasie mięso kubka zaczyna się od wewnątrz rozkładać, gazy wywiązujące się zbierają się między nasieniem a kubkiem w bańkę, zapomocą której nasiona wypływają pod powierzchnię wody i mogą z jej prądem płynąć. Nawet morze roznosi w dalekie strony orzechy palmy kokosowej, porastającej po-brzeża oceanów.



Ryc. 312. Anastatica hierochuntica. — Ryc. 205. Cycloloma.

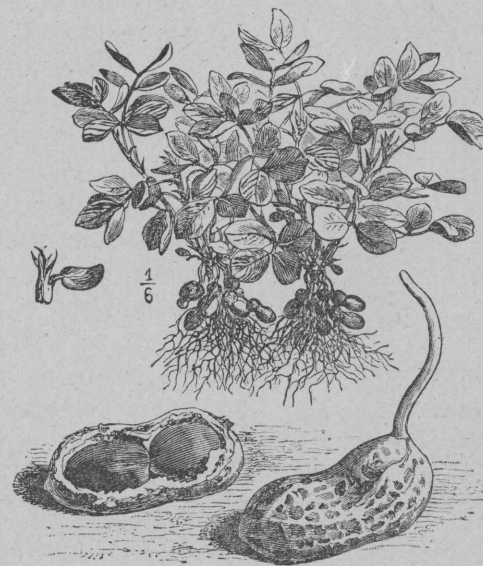
rzwa zapala się sama przez się. Pod wpływem gorąca palących się zeschłych nitek pręcików owoce te pękają (Ryc. 308) i rozrzucają nasiona. Padają one na spoieloną ziemię, której sole alkaliczne przyciągają parę wodną z powietrza i dostarczają nasionom wilgoci potrzebnej do wykiełkowania.

**170. Rozsiewanie z prądem wiatru.** Ogromne mnóstwo owoców i nasion wiatr unosi. Jedne z nich mają w tym celu na swym szczycie puch jak nasiona topoli i wierzb, jak niełupki złożonych (Ryc. 311) uwieńczone pu-

W rodzinie *Proteaceae*, właściwej prawie bezdeszczowej Australii, owoce otoczone są szupinkami pręcików i tworzą z nimi wielką, obłą szczytkę (Ryc. 307). Otwierają się tylko wtedy, jeżeli ogarnie je ogień, który w naturze może powstać, n. p. przez fermentację zwierzęcego kału, co widzimy czasem na polach, na których wywieziona mie-

szystym kielichem lub niełupki sasanki (Ryc. 329) zakończone kosmatą szyjką. Inne — jak skrzydlate niełupki czyli skrzydłaki klonów, je-sionów, wiązów, brzozy, szczawiu (Ryc. 309), owoce wielu baldaszkowych — fruwają zapomocą skrzydełkowatego rozplaszczenia owocni. Zupełnie podobnie i nasiona mogą mieć taką postać. Owocostan lipy (Ryc. 310) przyrośnięty jest do wielkiego, błoniastego, zeschłego przykwiatka, który jak żagiel rozpostarty czeka, żeby go wiatr wraz z nasionami porwał.

Czasem wiatr porywa całą dojrzałą i zeschłą roślinę, tak się dzieje w Australii z gatunkami rodzaju *Cycloloma* (Ryc. 313), a w Syrii i Arabii z tak zwaną różą jerychońską (Ryc. 312). Roślina ta należąca do krzyżowych, po dojrzewaniu owoców zyskując się, skrzywia wszystkie swoje łodygi ku środkowi. Wiatr z łatwością wyrwy ją z lotnego piasku i unosi. Jeżeli zwilży ją deszcz, gałęzie prostują się i owoce pękają, rozrzucając nasiona. Roślina wskutek tych własności jest głośna, bo włożona do wody tak samo się roztwiera, a po wyjęciu znów kurczy.



Ryc. 314. Orzacha (*Arachis hypogaea*); spodem dwa strąki, w jednym odlupanym widać 2 ziarna.

**171. Grzebanie się nasion w ziemi.** Niełupki iglicy (*Erodium*) są zakończone długim dzióbem śrubowato skręconym, (Ryc. 360) pod wpływem wilgoci skręty rozluźniają się, pod wpływem suszy znów się zewężają. Jeżeli więc nasienie utknie jednym końcem w ziemi w ten sposób, że dziób oprze się o glebę to pod wpływem zmian wilgotności powietrza nasienie wkręca się powoli w ziemię. Jest wiele traw, których ziarniak (154) zrasta się z plewami, a jedna ościasta plewa jest tak samo śrubowato skręcona i tak samo grzebie owoc w ziemi; należy do nich, n. p. owsik (*Avena fatua* L.).

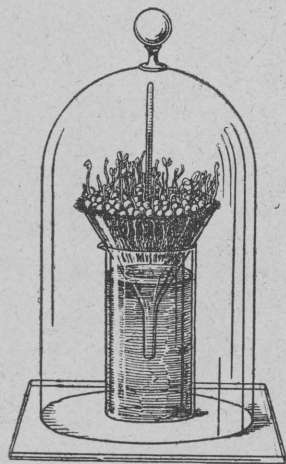
Są znów takie rośliny, jak n. p. północno amerykańska orzacha (*Arachis hypogaea*), której szypułki kwiatowe, po zapyleniu kwiatu, przechylają się na dół i wciskają tworzący się owoc do gleby tak, że on pod ziemią dojrzewa (Ryc. 314). Owoce orzachy zawierają nasiona, po upieczeniu dość smaczne i dlatego nawet u nas obecnie sprzedawane.

**172. Dwupostaciowość owoców.** Rośliny skrytopylne miewają często dwojakie owoce. Jedne powstające z kwiatów otwartych, drugie, prostsze, wynikłe z kwiatów skrytopylnych. Ponieważ kwiaty skrytopylne są krótkoszypułkowe i powstają nieraz tuż przy ziemi, bywają też zagrzebywane w ziemi podobnie jak u orzachy. Jeden z gatunków naszych fiołków (*Viola mirabilis*) tak samo się zachowuje.

Zdarza się jednak, że z kwiatów otwartych tej samej rośliny, przez szcze-



gólne przystosowanie powstają różnorodne owoce. Tak się ma rzecz, n. p. w kosczykach uczepu (*Bidens*). Jego zewnętrzne owoce są najeżone kolcami, zapomocą których mogą się czepląc sierści lub piór zwierzęcych; dalsze są skrzydełkowatymi niełupkami przystosowanymi do lotu; środkowe zaś są drobne, nie mają żadnych wyrostków, zapomocą których mogłyby być rozsiewane, ale za to mają owocnię grubą i tak twardą, że może przechodzić przez żołądek ptaków bez strawienia. Że zaś są podobne do gąsienic motyli drobnych, więc stają się pastwą ptactwa, które nie ma z nich pożytku, ale roznosi owoce, wyrzucając je niestrawione z kałem.



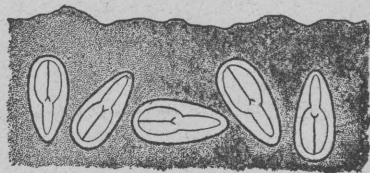
Ryc. 315. Przyrząd do oznaczania podnoszenia się temperatury podczas kiełkowania nasion.

**173. Warunki kiełkowania.** Nasionie musi mieć wewnętrzne warunki i znaleźć się w odpowiednich zewnętrznych, żeby mógł wykiełkować.

Obecność zarodka, jego dojrzałość, jego zdolność kiełkowania i zapas materiałów pokarmowych — to są wewnętrzne warunki nasienia. Są nasiona głuche, powstające z niezapylonych zalążków, które nie mają zarodka, te oczywiście kiełkować nie mogą. Wyjątkowo mogą jeszcze niezupełnie dojrzałe nasiona, n. p. grochu lub pszenicy kiełkować. Są też przypadki, że nasiona kiełkują na pniu (Ryc. 154), ale to jest przystosowaniem się pewnych drzew rosnących na mulistych morskich pobrzeżach, które tylko w ten sposób mogą utwierdzać w mule przyszłe swoje pokolenia. Po spolicie nasienie musi być dojrzałe, żeby mógł wykiełkować, a leży w ziemi różnie długo, czasem

do dwu lat nawet, jak n. p. u brzoskwini zanim zejdzie. Nasiona zachowują zdolność kiełkowania przez czas bardzo różny; wierzby ledwo przez tydzień, ogórki przez lat kilkanaście, żyto koło trzech wieków. Bajką jest jednak, żeby nasiona zachowane w piramidach egipskich mogły jeszcze kiełkować. Ważnym wreszcie wewnętrznym warunkiem jest nagromadzenie materiałów zapasowych (141) bądź w bielmie, bądź w liścieniach bezbielmowych nasion, bo skoro nasiona kiełkują pod ziemią, to w braku światła i zieleni w tkankach, młoda roślina nie może asymilować i czerpie swój pokarm właśnie z tych zapasów.

Jeżeli te wewnętrzne warunki istnieją, nasienie musi być zwilżone, musi być w odpowiednim cieple i dostępie powietrza, żeby wykiełkować,



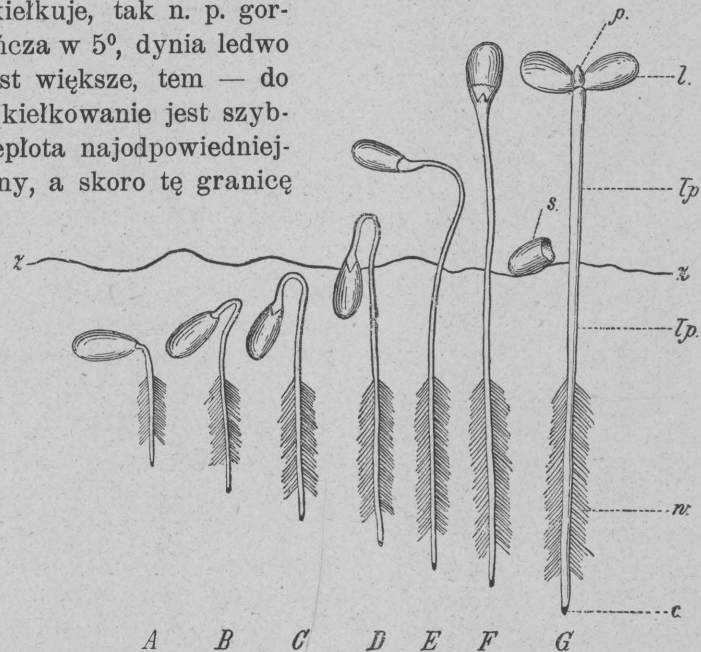
Ryc. 316. Różne położenie przekrojonych nasion lnu, leżących w glebie.

a kiełek musi potem znaleźć się nadto na świetle, by wyrosnąć w tych zewnętrznych warunkach w normalną roślinę.

Woda jest konieczna do wykiełkowania nasion. Pod jej wpływem nasienie z początku pęcznieje, zwiększa swoją objętość, rozsadza swoją skorupę, spulchnia wkoło siebie ziemię, a powtórę zużywa wodę do przejścia zarodka w stan czynnego życia (164).

Ciepło jest koniecznie potrzebne, skoro wogóle jest niezbędnym warunkiem istnienia żywizny. Im roślina z zimniejszych stron pochodzi, tem w niższym cieple kiełkuje, tak n. p. gorczyca w 0°, pomarańcza w 5°, dynia ledwo w 14°. Im ciepło jest większe, tem — do pewnych granic — kiełkowanie jest szybsze i jest pewna ciepłota najodpowiedniejsza dla każdej rośliny, a skoro tę granicę przekroczymy, dochodzimy do takiej, poza którą zaraz kiełkowanie ustaje. Te trzy granice nazywają się: minimum, optimum i maximum. U gorczycy wynoszą one, n. p. 0°, 27° i 37°. Nietylko kiełkowanie, alewzrost, asymilacja i wogóle wszystkie zjawiska życia roślin mają takie trzy granice i jest ogólną regułą, że optimum jest bliższe maximum niż minimum, jak to widać na przykładzie gorczycy, u której pierwsza różnica wynosi 10°, druga 27°.

Oddychanie jest pospolitem źródłem, z którego rośliny czerpią swoją energię. U wyrosniętych roślin jest ono nieznaczne, bo rośliny nie wyczerpują tak — jak zwierzęta — swej energii przez gwałtowne ruchy; ale kiełkujące rośliny mają dużo pracy, żeby rozpuścić bielmo, żeby szybko rosnąć, wbijać korzeń w glebę i wysuwać pęd ponad ziemię, to też oddychają bardzo energicznie. Dlatego nasiona nie kiełkują pod wodą, jeżeli jej nie odnawiać, bo rychło wyczerpują z niej tlen potrzebny do oddy-

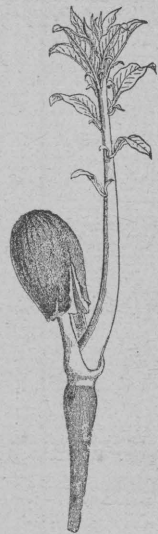


Ryc. 317. Kolejne stany kiełkowania pod ziemią z nasion lnu; s skorupa, p pączek; tp podłicieniowa część łodygi; w włókni, c czapeczka korzenia.

Oddychanie jest pospolitem źródłem, z którego rośliny czerpią swoją energię. U wyrosniętych roślin jest ono nieznaczne, bo rośliny nie wyczerpują tak — jak zwierzęta — swej energii przez gwałtowne ruchy; ale kiełkujące rośliny mają dużo pracy, żeby rozpuścić bielmo, żeby szybko rosnąć, wbijać korzeń w glebę i wysuwać pęd ponad ziemię, to też oddychają bardzo energicznie. Dlatego nasiona nie kiełkują pod wodą, jeżeli jej nie odnawiać, bo rychło wyczerpują z niej tlen potrzebny do oddy-

chania, a rozpuszczony w wodzie. Wskutek energicznego oddychania wywiązuje się w kielkujących nasionach dużo ciepła, co można zmierzyć termometrem utkwionym wśród takich nasion, umieszczonych n. p. na lejku (Ryc. 315), a widać w browarach, skoro przygotowują słód, t. j. poddają jęczmień kielkowaniu. Muszą go szuflować, żeby się zbyt nie zagrzał, leżąc na kupie. Wywiązują się też znaczne ilości bezwodnika węglowego podczas tak energicznego oddychania.

Wreszcie skoro pęd rośliny znajdzie się nad ziemią i zazielenieje na świetle, musi być nań ciągle wystawiony, bo tylko na świetle asymilacya, a więc i dalszy wzrost i rozwój są możliwe. W ciemności zielen się nie tworzy, wytwarza się tylko żółty barwik, lodygi się nadmiernie wydłużają, blaszka liści nie wyrasta, roślina staje się wypłonią (Ryc. 142).



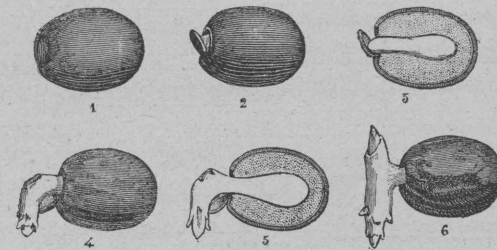
Ryc. 318. Kielkujący migdał.

**174. Sposoby kielkowania.** Jeżeli nasiona dostaną się pod ziemię, gdzie je rzucił przypadek, to zajmują najrozmaitsze położenie (Ryc. 316). Że pomimo tego korzeń schodzi zawsze do ziemi, a pęd wydostaje się nad jej powierzchnię, to dzieje się skutkiem różnego wpływu, jaki wywiera ciężenie (89) na te rosnące członki roślin. Skoro zarodki roślin jednoliściennych i dwuliściennych są różnie złożone (141), to i kielkowanie ich musi być odmienne. Jest też w obu grupach różne, stosownie do tego — czy liścienie lub liście wychodzą nad powierzchnię ziemi, czy też pozostają w skorupie.

Podczas kielkowania roślin dwuliściennych naprzód korzeń schodzi do ziemi (Ryc. 149), a następnie zaczyna się wydłużać część podliścieniowa łodygi zarodka, potem ta część zgina się łukowato (Ryc. 317) i dopiero tak prze-gięta łodyga szczytem swoim toruje drogę przez glebę liścieniom ukrytym w nasieniu (Ryc. 317, A—D). Skoro liścienie zostały wyciągnięte ponad ziemię, część podliścieniowa łodygi prostuje się (Ryc. 317, E—G), dotąd stulone liścienie rozplaszczają się, skorupa zostaje zrzucona i pączek między liścieniami przedtem ukryty może się już dalej rozwijać. Są rośliny dwuliścienne o nasionach bezbielmowych, jak n. p. fasola, dąb, migdał (Ryc. 318), których grube liścienie nigdy ze skorupy nie wychodzą, u takich nadliścieniowa część łodygi zarodka wychodzi ponad ziemię.

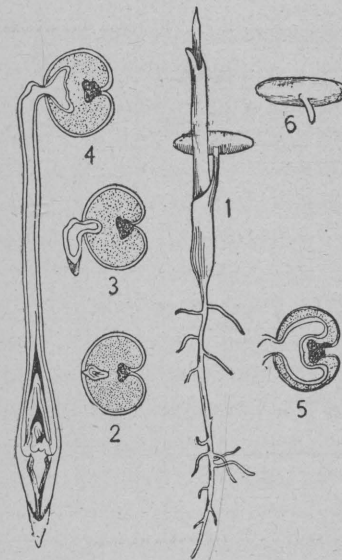
U roślin jednoliściennych jest inaczej. Tu liście leżący nawprost korzenia (141) przyrośnięty jest do niego wokół pochwy, a w jej nasadzie znajduje się z boku otwór, w którym tkwi pączek. Podczas kielkowania,

naprzód wydłuża się pochwa liścienia i pcha przed sobą znajdujący się na jej końcu korzeń (Ryc. 319, 1—4 oraz 320, 3 i 4). Skoro pochwa się dostatecznie wydłuży, wtedy z jednej strony korzeń zaczyna wrastać w ziemię (Ryc. 319, 5), z drugiej ze szpary liścienia wydobywa się i wydłuża pęd ponad ziemię (Ryc. 319, 5—6). Stosownie do gatunku rośliny wydłużanie się pochwy może być rozmaite, zwykle jest bardzo znaczne, u cebuli n. p. lub daktyla (Ryc. 320, 4), tak wydłużona pochwa wygląda jak długi i cienki korzonek. Są rośliny jednoliścienne, n. p. trawy, których liście nie wychodzi z owocu, tylko przytulony do bielma (Ryc. 321, B, l l) ssie z niego pokarm. W tym razie korzeń schodzi do ziemi, a pączek złożony z młodych, tutkowato zwiniętych liści — tak zwane piórko traw (Ryc. 321, p p) — niby róg jakiś bodzie glebę i wydobywa się na jej powierzchnię, gdzie wyrasta w źdźbło (119).



Ryc. 319. *Canna indica*. Kolejne stany kielkowania.

W tym razie korzeń schodzi do ziemi, a pączek złożony z młodych, tutkowato zwiniętych liści — tak zwane piórko traw (Ryc. 321, p p) — niby róg jakiś bodzie glebę i wydobywa się na jej powierzchnię, gdzie wyrasta w źdźbło (119).



Ryc. 320. Kielkowanie daktyla; 2 przecięcie poprzeczne nasienia, widać na jego grzbiecie zarodek; 6 początek kielkowania; 3 przecięcie poprzeczne tak kielkującego nasienia, widać wydłużającą się pochwę; 1 dalszy stan i odpowiednie przecięcie podłużne na fig. 4; 5 nasienie przecięte, w którym koniec pochwy wysysa resztę bielma.

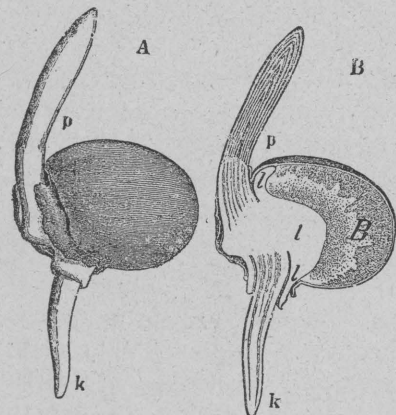
**175. Dalszy rozwój wykiełkowanej rośliny.** Stosownie do gatunku każda prawie roślina rozwija się inaczej. Najprościej rozwijają się ziola, bo mają zaledwie dość czasu, żeby na nadziemnym, wydłużonym pędzie zakwitnąć i wydać nasiona na rok następny, o ile nie są dwuletnie (104). Wszystkie byliny mieszkają w pierwszym roku liść lub liście nadziemne, ale przedewszystkiem rozwijają swoje podziemne członki (115—118) i dopiero w następnym roku lub po kilku latach zakwitają. Mówią o agawie, że zakwita po stu latach. To nie jest prawdą; w ciepłym, odpowiednim jej klimacie dzieje się to już po jakichś 7 latach, a tylko trzymana w szklarniach, w nieodpowiednich dla siebie warunkach, potrzebuje na to długiego czasu.

Drzewa roślin dwuliściennych tworzą w pierwszych latach boczne gałązki, ale te zwykle kolejno obumierają i dopiero po szeregu lat powstają takie



pędy, które nie opadną i wyrosną w pierwsze konary drzewa (Ryc. 175). Wówczas łodyga pod konarami, pozbawiona gałęzi, nazywa się pniem drzewa. U paproci, u kłodziniastych, u palm, pączki powstające w kątach liści nie rozwijają się, dlatego pędy tych roślin są nierozgałęzione, tworząc tak zwane kłodziny (70). Zdarza się jednak, że ten lub ów pączek wyrośnie w gałąź i dlatego są palmy, które — chociaż skąpo — są przecież rozgałęzione.

Rośliny trwale potrzebują zwykle pewnego czasu, żeby po raz pierwszy zakwitnąć, ale skoro raz zakwitną, co rok wydają kwiaty i owoce, są więc wielomiotne. Są jednak pomiędzy nimi takie, nawet wielkie



Ryc. 321. Ziarno kukurydzy. A całe, B przecięte podłużnie; p p pączek, l l liścień, k k korzeń.

palmy, n. p. *Corypha umbraculifera*, albo byliny (n. p. u nas *Echium vulgare* lub *Angelica silvestris*), które raz tylko zakwitają, poczem zamierają, czyli są jednmiotne.

Trwałość życia roślin jest bardzo rozmaita. Bakterie, podobnie jak jętki, żyją tylko kilka godzin, albo jeszcze krócej, niektóre drzewa żyją całe wieki. Z pomiędzy europejskich drzew zwłaszcza cisy żyją przeszło 3000 lat, a afrykańskie baobaby (*Adansonia*) mają trwać podobno dwa razy dłużej.

**176. Rośliny.** Tak jak wszystkie istoty żyjące, roślina rośnie przez wnikanie

coraz nowych części pomiędzy już istniejące, przez co ciało jej może się przez cały ciąg życia odnawiać i rosnać. Ciało roślin tylko wyjątkowo (śluzowce) jest nagą plazmą, ale nawet w tym razie zarodniki bywają obłonione. Niekiedy całe ciało rośliny (*Vaucheria*, *Mucor*) stanowi jedną jamę obłonioną.

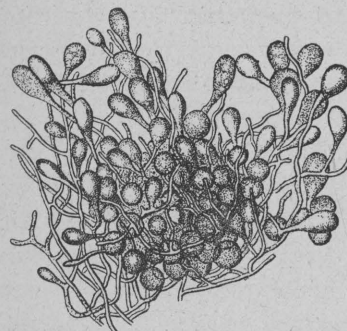
Zazwyczaj całe ciało rośliny nie jest jedną jamą, ale składa się z oddzielnych komórek, otoczonych błoną. Skutkiem tego ciało roślin jest sztywne i nie może być tak podatne i zwinne w ruchach, jak ciało zwierząt, złożone z nieobłonionych komórek.

Tkanki, składające ciało roślin, odznaczają się prostą budową, we wszystkich znać komórki, które je utworzyły.

W wyjątkowych razach (plywki, bakterie, ruchliwki, plazmodya, plemniki) widzimy przenoszenie się komórek roślinnych z miejsca na miejsce. Pospolicie rośliny czerpiąc pokarm z gleby są do niej przyrośnięte.

Rosnące części roślin poruszają się i są wrażliwe na bodźce zewnętrznego świata, ale kureczliwość i ruchliwość najprostszych nawet zwierząt, jak wymoczki, jest bez porównania większa, niż najdoskonalszych roślin.

Życie zwierząt upływa przeważnie w ruchu i ciąglem obcowaniu ze światem zewnętrznym, życie roślin na względnej bierności.



Ryc. 322. Grzybnia z nabrzmiałymi strzępkami, stanowiącymi pokarm mrówek.

**177. Rośliny i zwierzęta.** Związek między życiem roślin i zwierząt jest wieloraki. Przedewszystkiem zwierzęta żywią się albo roślinami albo zwierzętami roślinożernymi, życie ich jest więc zupełnie zależne od istnienia roślin. Z drugiej strony rośliny zielone tworzą materię organiczną z bezwodnika węglowego wydychanego w wielkiej

ilości przeważnie przez zwierzęta, gdyby ich zabrakło, rośliny wyczerpałyby niebawem zapas kwasu węglowego z powietrza i musiałyby zginąć.

Mnóstwo owadów żywi się pyłkiem lub nektarem kwiatów, zapylając je przytem, gdyby ich zabrakło, rośliny nie mogłyby wydawać nasion. Rośliny utrzymują więc przeważnie życie owadów, chociaż są owadożerne (128), które odwrotnie czerpią z nich część swego pożywienia.

W rozsiewaniu nasion zwierzęta biorą niemalże udział. Wszystkie soczyste owoce służą za pokarm zwierzętom, które żywiąc się tymi owocami rozsiewają ich nasiona. Przenoszą one bezwiednie i inne niesoczyste nasiona na sierści, piórach, nogach i oddają w ten sposób roślinom znakomite usługi.

Ale na tem nie kończy się ten związek między roślinami i zwierzętami, lecz istnieje w tysiącnych postaciach. Na świecie wszystko pozostaje w związku. Rośliny posiadają n. p. kolce i ciernie w obronie przed roślinożernymi zwierzętami, ale ze środków ich ochronnych korzystają inne zwierzęta, n. p. ptaki, ścielące swe gniazda w kolczastych krzakach,



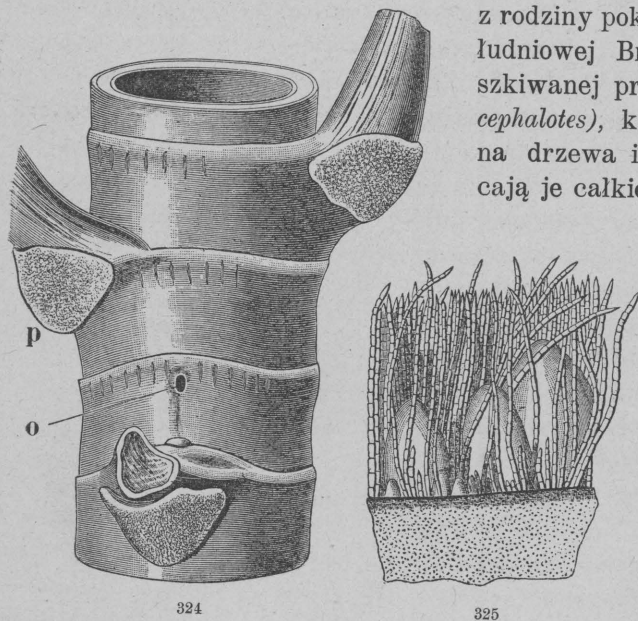
Ryc. 323. Pokrój cekropki.

i chronią się tym sposobem od napaści innych zwierząt. Nieraz jedne zwierzęta bronią rośliny od napaści drugih, zwłaszcza inteligentne mrówki. Tak n. p. mrówki pilnie zbierają nektar z lusek okrywy pewnych złożonych roślin, a zato chronią je od chrząszczy dziurawiących i niszczących całe kwiatostany. W gorących klimatach, gdzie jest mnóstwo mrówek, rozmaite przystosowania się roślin do mrówek są dość pospolite i takie rośliny nazwano mrówkolubnemi (*myrmecophilae*).

Do takich roślin żyjących w pożyciu z mrówkami należy n. p. między wielu innemi pewien gatunek cekropki (*Cecropia adnopus*). Drzewo to,

z rodziny pokrzywowatych, żyje w południowej Brazylii, w okolicy zamieszkiwanej przez pewne mrówki (*Atta cephalotes*), które napadają gromadnie na drzewa i w mgnieniu oka ogalcają je całkiem z liści. Zawlekają one

do swoich mrowisk ucięte liście, tną je na strzępy, strzępy krają na kawałeczki, które miazdzą i utworzone z nich kuleczki skupiają w gąbczaste masy. Na tak przygotowanym podłożu robotnice tych strzyżnych mrówek hodują grzybnie pewnego kapeluszowatego grzyba (*Rosites gongylophora*). Z grzybni, odpowiednio hodowanej, wyrastają maczugo-



Ryc. 324. Kawałek pnia cekropki; o otwór prowadzący do środka międzywęzła; p poduszeczka z ciałkami dla mrówek.

Ryc. 325. Przecięcie poduszeczki, widać ciałka stanowiące pożywienie mrówek wśród włosów.

wato nabrzmiałe strzępki (Ryc. 322), któremi się cały rój mrówek żywi. Cekropka chroni się od napaści tych strzyżnych mrówek, dając przytulek i karmiąc inne mrówki (*Azteca instabilis*), będące wielkimi nieprzyjaciółmi tamtych. Cekropka ma pień dęty, jak źdźbło trawy, w górze nieco rozgałęziony (Ryc. 323). W każdym międzywęzlu pnia jest otwór (Ryc. 324, o), początkowo zarosły, który mrówki strzegące cekropkę przegryzają, żeby się dostać do wnętrza pnia, gdzie zamieszkują. W nasadzie ogonków liściowych, na spodniej ich stronie, są poduszeczki (Ryc. 324, p), na których powstają, wśród włosów, małe ciałka (Ryc. 325 i 324, o), pełne

białka i tłuszczu, łatwo odpadające. Temi ciałkami — oczywiście dla nich wytwarzanymi — żywią się mrówki, strzegące cekropki i chronią ją za to od napadu strzyżnych mrówek oraz wszelkich nieprzyjaciół. Jeżeli bowiem ktoś poruszy pień cekropki, to ze wszystkich otworów jej pnia wypadają te mrówki i tak srodze kasaają, że nieprzyjaciół musi ustąpić; tak samo odpędzają one i strzyżne mrówki.

## CZEŚĆ IV.

### Szczegółowa systematyka roślin kwiatowych.

#### WSTĘP.

#### Gatunek, rodzaj, rodzina, systemy.

178. Gatunki roślin. Jeżeli wysiejemy nasiona tej samej rośliny n. p. maku polnego na różnej glebie, jedno na pulchnej, urodzajnej, drugie na zbitej, gliniastej, trzecie na sypkiej, piaszczystej, i przypatrzymy się roślinom stąd powstałym, skoro wyrosną i zakwitną, to przekonamy się, że chociaż ich kwiaty będą tak samo złożone, to jednak rośliny te będą miały nie tylko różny pokrój, ale i nieco odmienne pędy. Na urodzajnym gruncie rozwiną się bujnie, będą miały obfitość liści a mało kwiatów. Na wilgotnej, gliniastej glebie wyrosną szczupłe a wysokie. Na piasku albo kamienistym gruncie powstaną z nich rośliny niskie, drobne, ale z licznymi liśćmi i kwiatami, oraz daleko dłuższymi korzeniami. Zauważymy nadto, że wogóle osobniki na suchym gruncie będą bardziej włochate, niż na wilgotnym. Przez wielokrotne zasiewanie nasion na tej samej glebie, takie właściwości osobników potęgują się. Przeciwnie, przez zasianie na pierwotnej urodzajnej glebie, powracają wkrótce dawne cechy.

To, co człowiek robi umyślnie i świadomie, dzieje się w naturze samorzutnie, bo nasiona tego samego gatunku mogą się dostawać na różne gleby. Chociaż jednak wygląd roślin jest nieco zależny od gleby, na której wyrosły, to jednak skoro wszystkie tak różne, n. p. polne maki, będą miały takie same złożenie kwiatów i mogą wyrastać z nasion zebranych z różnej gleby, przeto uważamy wszystkie jako należące do tego samego gatunku. Gatunek (*species*, die Art) jest to zbiór, chociażby naj-



większej ilości takich osobników, z których każdy mógłby pochodzić od któregośkolwiek innego.

Osobniki tego samego gatunku mogą być do siebie niepodobne, n. p. w kopniach, odróżniane nawet przez lud suszki z kwiatami pręcikowymi i płoskunki, z kwiatami słupkowymi, w pierwszku osobniki co do kwiatów dwoiste (Ryc. 272), a w pewnym gatunku babki (*Plantago media* L.) jedne z kwiatami wiatropylnymi, drugie z owadopylnymi (155).

Gatunek przyjęto za najniższą stałą jednostkę systemu świata roślinnego, od gatunku też zaczynamy przegląd, czyli systematykę roślin.

**179. Odrębności w granicach gatunków.** Postaci gatunków, różniące się nieco zależnie od gleby lub wilgotności miejsca, na których powstały, jak n. p. opisane powyżej maki polne z różnego środowiska, nazywamy odmianami (*varietas*). Odmiany mogą się odnosić nie tylko do kształtu liści, owłosienia, ale n. p. do różnej barwy korony lub innych cech podrzędnych.

Wśród tysięcy osobników maku, rosnących na tem samym środowisku, zdarza się niekiedy dostrzedz jakąś wyjątkowo, nagle pojawiającą się postać, n. p. o płatkach zrosłych z sobą w nasadzie. Tak samo zdarza się znaleźć na całym łanie koniczyzny jakiś osobnik czterolistnej, albo wśród owoców orzechów włoskich spotyka się całkiem wyjątkowo orzech nie o dwu, jak zwykle, ale o trzech łupinach (powstały zatem ze słupka o trzech, a nie o dwu, jak zwykle, owocolistkach). Takie różne od form typowego gatunku osobniki, powstające nagle a niezależnie od środowiska, nazywamy wyskoczkami (*mutatio*).

Kwiaty i rośliny ogrodowe otrzymują się albo przez krzyżowanie dwóch różnych gatunków, albo przez hodowlę odmian i wyskoczków, których cechy ustala się bądź przez odosobnienie (izolację), bądź utrzymuje się w hodowli przez szczepienie lub podobne ogrodowe sposoby (oczkowanie, odkłady i t. d.).

**180. Rodzaje roślin.** Jak w systemie liczbowym mamy nie tylko jednostki zasadnicze ale jednostki wyższe, które są dziesiątki, setki, tysiące, koniecznie potrzebne do ułatwienia przeglądu większych sum, tak w systematyce roślin jednostkami zasadniczymi są gatunki a coraz wyższymi rodzaje, rodziny, klasy, gromady i typy.

Bezpośrednio wyższą jednostką systematyczną niż gatunek jest rodzaj. I w potocznym życiu nazywa się nieraz gatunki zbiorowo, mówimy n. p. wierzby, śliwy, róże, obejmując niemi liczne gatunki. W potocznym życiu nazwy te oparte są na pokroju drzew, które nazywamy wierzbami, owoców drzew mianowanych śliwami, kolców liści w krzewach róż. W nauce tak być nie może. Tak jak odmiany maku polnego nazwaliśmy gatunkiem na podstawie takiej samej budowy kwiatów, tak gatunki roślin nasiennych

łączymy w rodzaje na podstawie wspólnego im złożenia kwiatów i takich samych owoców. Wierzby muszą mieć kwiaty nagie, złożone bądź z jednego dwukrotnego słupka, bądź — na drzewach męskich — z 2—5 pręcików, a za owoc torebkę. Śliwy mają kwiaty kołozależniowe (Ryc. 252) z osadnikiem opadającym i jednym słupkiem zamieniającym się na pestkowiec, róże kwiaty złożenia kwiatu śliw, których osadnik nie odpada, ale mniejsze, otaczając liczne szyjczaste niełupki (Ryc. 290).

Rodzajem (*genus*, die Gattung) nazywamy pewien zbiór gatunków, mających wspólne cechy n. p. u roślin nasiennych podobnie złożone kwiaty i owoce, u mechów podobnie zbudowane puszki, u bakterii takie same kształty komórek (Ryc. 73).

#### 181. Granice rodzajów.

Pospolicie nie mamy trudności łączenia osobników w gatunek, a przez hodowlę możemy przekonać się o jego granicach; gatunek albo jego odmiana istnieją w naturze. Łączenie zaś gatunków w rodzaje zależy od zapatrywania osobistego, jedni botanicy łączą chętnie wiele gatunków w jeden rodzaj, inni przeciwnie wolą tworzyć wiele rodzajów; granice rodzajów tworzymy w naszym umyśle.

Jest n. p. przeszło 250 gatunków roślin, mających kwiat dolny (Ryc. 326, 3) wyróżniony na kielich (3—5 działkowy) i koronę (3—9 płatkową), pręcików wiele, liczne, jednokrotne, górne słupki ze znamieniem siedzącym (Ryc. 326, 6), stojące na wypukłym dnie kwiatowym (Ryc. 326, 3),



Ryc. 326. Jaskier (*Ranunculus acer* L.).

a owoc nieotwierający się, t. j. niełupkę z jednym nasieniem, o zarodku dwuliściennym (Ryc. 326, 7, 8). Płatki ich są zawsze w samym szczycie wycięte i mają w nasadzie paznokcia miodnik (Ryc. 326, 4), zazwyczaj przykryty łuszczką. Gatunki te na podstawie takich cech wspólnych budowy kwiatu, owocu i nasienia zaliczamy do rodzaju *Ranunculus* (jaskier), ale można utworzyć z nich i kilka rodzajów.

Są jaskry mające zwykle 5 działek i 5 płatków żółtych, a inne wodne (Ryc. 327) mają tyleż płatków, ale białych i miodnik otoczony żółtym wskaźnikiem; zaliczmy tylko pierwsze do rodzaju *Ranunculus*, a odróżnijmy drugie jako rodzaj *Batrachium* (włosienicznik). Oba można przeciwstawić jaskrom, mającym tylko 3 działki i 6–9 żółtych płatków, z których utworzy się rodzaj *Ficaria* (ziarnopłon); jego krajowy, wiosną pospolity gatunek — z powodu bulwek, stojących w kątach liści — nazywa się pszonką (*Ficaria verna* Huds.). A więc mamy albo trzy odrębne rodzaje, albo jeden z trzema podrodzajami.

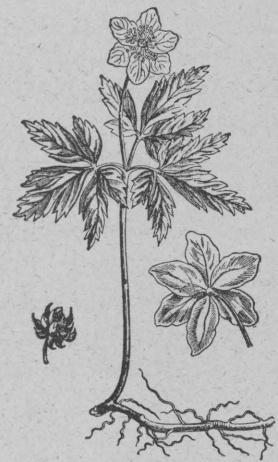
Gatunki rodzaju *Anemone* (zawilec) mają (Ryc. 251) słupkowie, przecikowie, dno wypukłe, kwiat dolny, niełupki — podobnie jak jaskry, ale okwiat barwny nie wyróżniony na kielich i koronę, więc zaliczamy je dlatego do osobnego rodzaju. Kto chce, wyróżnia je w trzy odrębne rodzaje *Anemone* (w ściślejszym znaczeniu), *Pulsatilla* (sasanka) i *Hepatica* (przelaszczka). U wszystkich z jednego węzła szypułki, kończącej się kwiatem, wychodzą trzy liście. W rodzaju *Anemone* (w ściślejszym znaczeniu) (Ryc. 328) są one zielone i stoją mniej więcej w połowie wysokości szypułki, w rodzaju *Pulsatilla* są pierzastodzielne, owłoszone, znacznie mniejsze od liści odziomkowych i stoją pod szczytem szypułki (Ryc. 329, i), nareszcie w rodzaju *Hepatica* są całe, bardzo drobne, i tak dalece zbliżone do okwiatu (Ryc. 330, i), że zdają się tworzyć jego kielich, nazywają się też dlatego kieliszkiem. Są inne jeszcze różnice. *Anemone* i *Hepatica* mają kwiaty pyliste, niełupki ich są podobne do niełupek jaskrów, *Pulsatilla* zaś ma kwiaty miodziste, bo najzewewnętrzniejsze przeciki są zamienione na miodniki (Ryc. 331, n), a szyjki słupków wyrastają tu w długie owłoszone końce (Ryc. 229) przez przystosowanie do rozsiewania wiatrem.

Gatunki rodzaju *Clematis* (powojnik) mają kwiaty podobnie złożone jak w rodzaju *Pulsatilla* i takie same owoce, ale ulistnienie okółkowe (Ryc. 332), a nie skrętoległe i zawsze tylko cztery listki barwnego okwiatu, które w pączku nie przykrywają się dachówkowato, ale stykają się tylko z sobą (Ryc. 333). Są takie ich gatunki, których zewnętrzne przeciki zamieniają się na liczne, płatkowate prątniczki (Ryc. 223); niektórzy autorowie odróżniają je jako rodzaj *Atragene* (powojnica).

W rodzaju *Actaea* (czerniec) mamy rośliny z kwiatami niepozornymi,



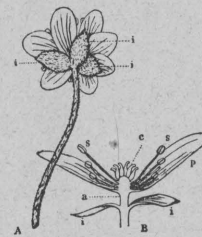
327



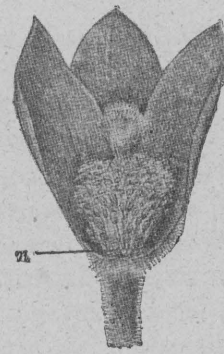
328



329



330



331



332



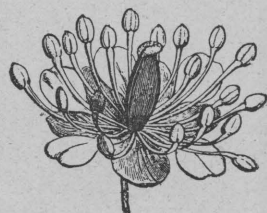
333

Ryc. 327. Włosienicznik (*Batrachium aquatile* Dum.). — Ryc. 328. Zawilec (*Anemone nemorosa* L.). Owoc, cała roślina i kwiat z tyłu widziany. — Ryc. 329. Sasanka (*Pulsatilla pratensis* Mill.). Roślina i owoce. — Ryc. 330. Przelaszczka (*Hepatica triloba* Gill.). Kwiat widziany z tyłu i przecięty podłużnie. Widać, że listki kieliszka i, i i są przytwierdzone poniżej innych części kwiatu. — Ryc. 331. Kwiat z *Pulsatilla vulgaris* przecięty; n miodniki. — Ryc. 332. Powojnik (*Clematis Vitalba* L.); a kwiatostan, b liść, c owoce. — Ryc. 333. Powojnik, narys kwiatu.



których powabnią są pręciki (Ryc. 335). Kwiaty w ogólnem złożeniu są podobne do poprzednich; są tu (Ryc. 336) cztery działki kielicha barwne i rychło opadające, cztery też płatki, a poza licznymi pręcikami jest słupkowie. W jednych gatunkach jest 3—8 słupków, które zamieniają się po dojrzeniu na mieszki, u innych jest jeden słupek, stający się jagodą. Kto chce, odróżnia gatunki mające za owoc mieszki i zalicza je do rodzaju *Cimicifuga* (pehlica).

**182. Rodziny.** Tak jak pokrewne gatunki łączymy w rodzaje, tak pokrewne rodzaje łączą się w większe skupienia, zwane rodzinami. Do jednej rodziny może należeć kilka, n. p. fiołkowate, lub kilkaset rodzajów, n. p. złożone (*Compositae*). Można nabrać wyobrażenia, czem jest rodzina

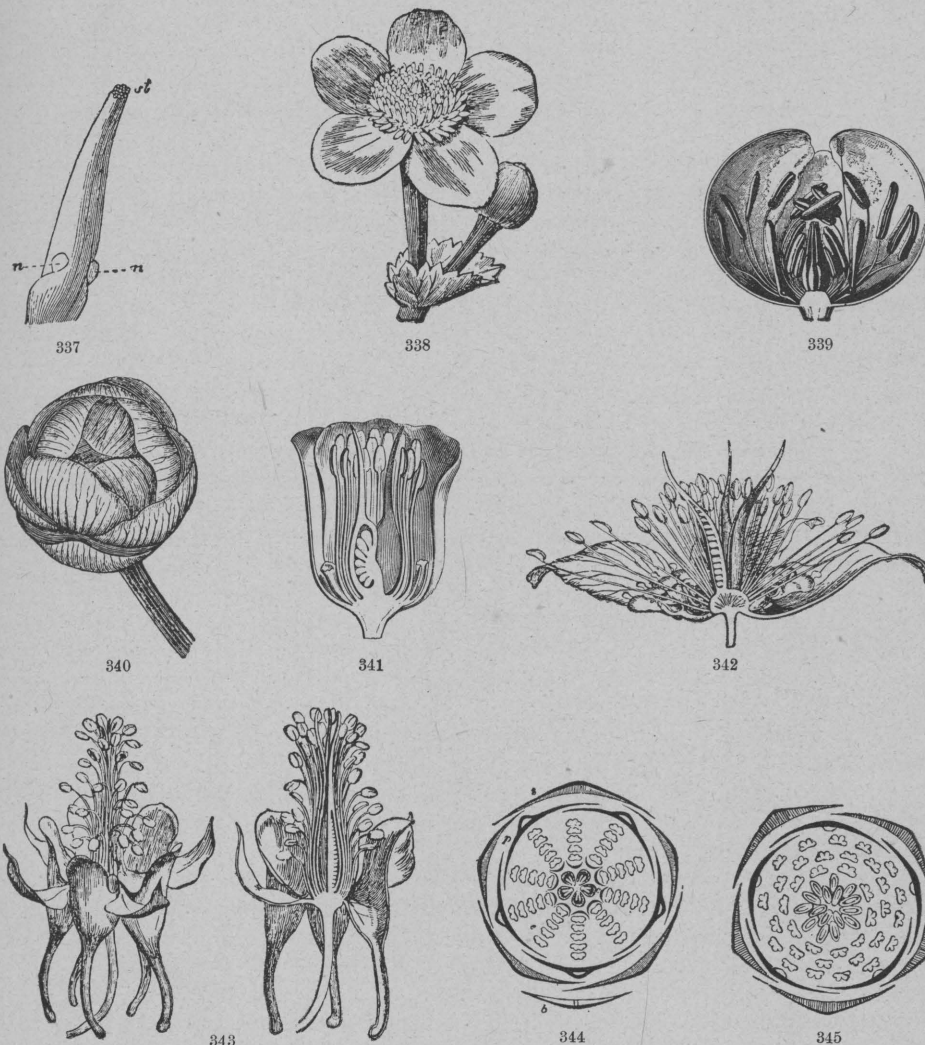


Ryc. 336. Kwiat czerńca.

Ryc. 335. Kwiatostan czerńca (*Actaea spicata* L.).

tylko przez porównanie cech rodzajów, które do niej należą, choćby w granicach krajowych roślin. Skoro porównamy rodzaje *Ranunculus*, *Anemone*, *Clematis*, *Actaea* (181) i *Paeonia* (Ryc. 263), należące do rodziny jaskrowatych (*Ranunculaceae*), to zobaczymy, że ich gatunki mają nasiona bielmowate, okwiat (kielich i koronę) wolnolistkowy, kwiat dolny, dno wypukłe, pręciki liczne i słupki jednokrotne. Różnice występują w okwiecie pod wpływem przystosowania się do rozmaitego sposobu zapylania i w owocach ze względu na różny sposób rozsiewania nasion. Wszystkie jaskrowate dzielą się na trzy plemiona. Piwonia (155) i rodzaje jej pokrewne (których gatunki u nas w kraju nie rosną) mają kwiaty pyliste, za owoce mieszki i należą do plemienia piwoniowych (*Paeoniae*), odznaczających się budową zalążka, od dwu innych plemion. Te dwa inne plemiona to są czemiernikowe (*Helleboreae*), których owoce są mieszkami, i zawilcowe (*Anemoneae*), mające niełupki. U niektórych zawilcowych w słupku jest jeszcze — jak u czemiernikowych —

kilka zalążków, ale tylko jeden zamienia się w nasienie, inne marnieją, owoc nie otwiera się i tak zamiast mieszka powstaje niełupka.



Ryc. 337. Słupek knieci (*Caltha palustris* L.), n. miódni. — Ryc. 338. Kniec; kwiat i pączek. — Ryc. 339. Przeciecie kwiatu pełnika (*Trollius europaeus* L.); okwiat oznaczony jedną linią. — Ryc. 340. Cały kwiat pełnika widziany z góry. — Ryc. 341. Przeciecie kwiatu czemiernika (*Helleborus foetidus* L.). — Ryc. 342. Przeciecie kwiatu czarnuszki (*Nigella arvensis* L.). — Ryc. 343. Orlik (*Aquilegia vulgaris* L.). Kwiat cały i przecięty podłużnie. — Ryc. 344. Narys kwiatu orlika. — Ryc. 345. Narys kwiatu jaskru.

**183. Plemie czemiernikowe.** Rodzaje tego plemienia mają przeważnie za powabnię kielich, bo korona zamienia się na miódni, naczynka rozmaitego kształtu, często w niczem niepodobne do płatków (Ryc. 264). Jeżeli miódni

znajdą się na załączni słupka (Ryc. 337, *n*) jak w rodzaju *Caltha* (knieć), to korona całkiem znika, pozostaje tylko barwny kielich (Ryc. 338). W rodzaju *Cimicifuga* i *Actaea* (Ryc. 336) powabnią jest przecikowie, kielich i korona są stosunkowo drobne. To też widzimy w tych dwu właśnie tylko rodzajach, że kwiaty są gęsto skupione jak u wierzb, przez co żółte pylniki kwiatów z daleka uderzają swą barwą (Ryc. 335). *Cimicifuga* ma jeszcze na płatkach miodniki, jej kwiaty odwiedzają i zapylają owady. *Actaea* nie ma miodników, kwiat staje się wiatropylny.

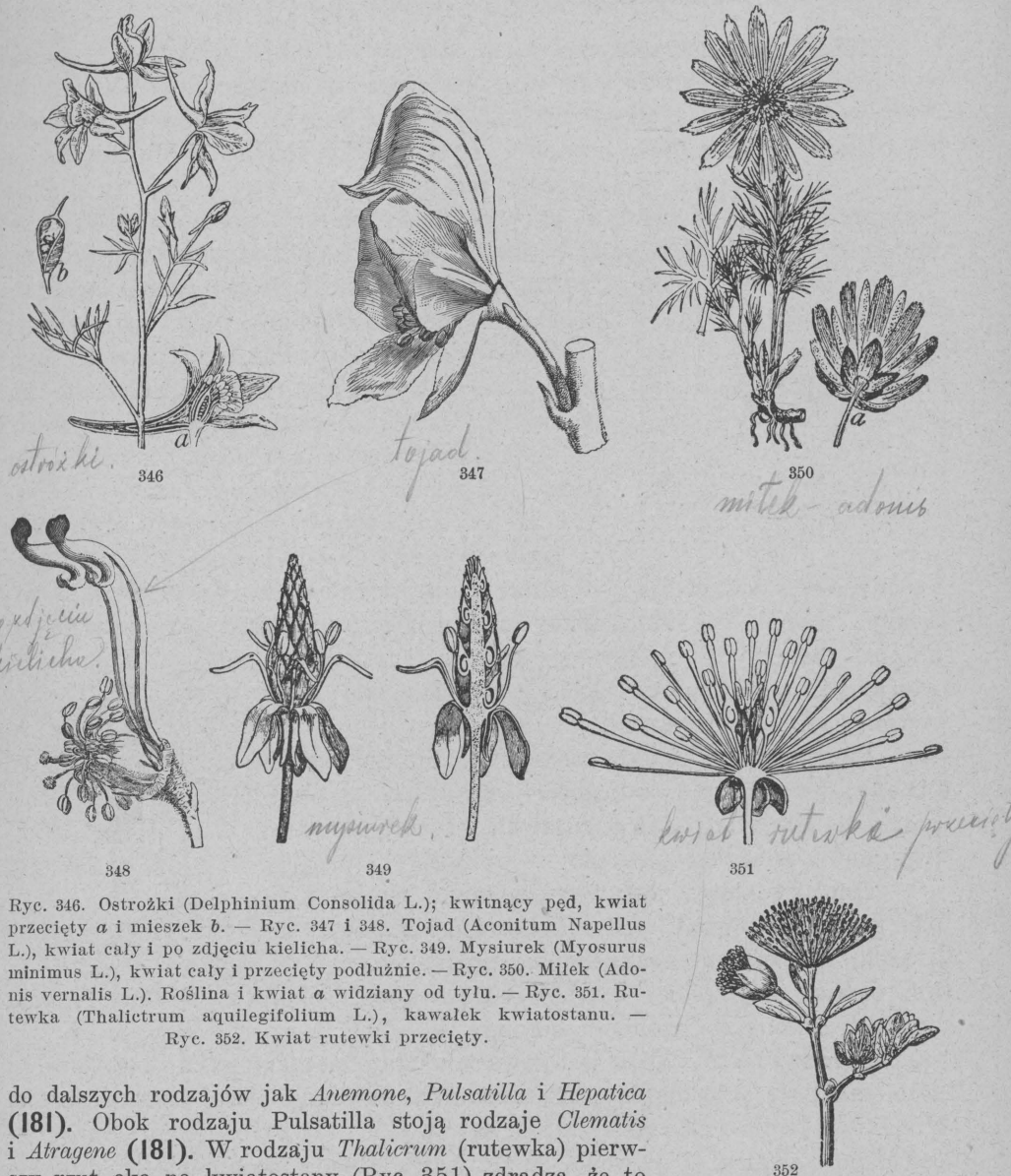
W rodzaju *Trollius* (pełnik) można od razu rozpoznać, że miodniki są zmienionymi płatkami (Ryc. 264, 2), mają one postać bardzo długich wązkich listeczków, na których, w dolnej części stoi miodnik (Ryc. 339 gdzie koniec strzałki). Kwiat po rozwinięciu się jest prawie cały zamknięty przez liczne żółte działki, tak zagięte, że zostawiają na szczycie tylko mały otwór (Ryc. 340). Skoro owad usiedzie na kwiecie, który jest przedprątny (Ryc. 339), musi — zapuszczając ssawkę do miodnika (Ryc. 339 kierunek strzałki) — otrzeć się nią o pylniki przecików, zajmujących kolejno takie właśnie położenie. Następnie znamienna słupków zajmują ich miejsce i owady, przychodząc z kwiatów mających rozwinięte pylniki, przenoszą tu pyłek i wywołują skrzyżowanie.

W rodzaju *Helleborus* (czemiernik) kielich jest trwały (Ryc. 341), barwny, płatki zamieniają się całkiem na miodniki, mające postać małych rurczek (Ryc. 264, 3). Tak samo jest w rodzaju *Isopyrum* (zdrojówka), którego kielich z białymi działkami jest opadający. *Nigella* (czarnuszka) ma działki niebieskie, a miodniki powstałe z płatków (Ryc. 342) są szczególnymi naczynkami z wieczkiem (Ryc. 264, 6). Jej słupki są przynajmniej w nasadzie spojone i tworzą torebkę otwierającą się podłużnymi szparami. Miodniki w rodzaju *Aquilegia* (orlik) mają kształt lejków (Ryc. 264, 4), mówi się, że mają ostrogi. Jest ich pięć, barwnych, dużych, stojących naprzemian z pięcioma tak samo zabarwionymi płasko odgiętymi działkami kielicha (Ryc. 343). W kwiatach tego rodzaju wszystkie liście, to jest działki, płatki, przeciki i słupki stoją w międzyległych okółkach (Ryc. 344), kwiat jest okrażkowy (148). U jaskrowatych zaś jest to wyjątkiem, bo pospolicie kwiaty są wpółobiegowe, działki i płatki są w okółkach, przecikowie i słupkowie jest skrętogle (Ryc. 345), chociaż są i czysto obiegowe kwiaty (*Nigella*, *Adonis*, *Aconitum*, *Delphinium*, *Helleborus*).

*Delphinium* (ostrożki) ma kielich barwny, ale jedna działka zamieniona jest w ostrogę (Ryc. 346) i w tę ostrogę wchodzi taki sam płatek, będący miodnikiem (Ryc. 346, *a*), wskutek czego kwiat staje się grzbiecisty. Tu jest tylko 1 słupek i powstaje z niego jeden mieszek (Ryc. 346, *b*). Grzbieciste kwiaty są też w rodzaju *Aconitum* (tojad), ale wskutek tego, że z 5 barwnych działek kielicha jedna największa jest helmista (Ryc. 347) i w niej ukryte są dwa płatki (Ryc. 348) zamienione na kapturkowate, na długich trzoneczkach stojące miodniki (Ryc. 264, 5). Kwiaty tojadu są przedprątne, przychodzą je zapylać trzmiele (Ryc. 267), które chcąc dostać się do miodu, gramolą się między pylnikami, dotykają znamię i dopiero z głębi kwiatu mogą się dostać pod hełm i stamtąd sięgają do miodu.

**184. Plemię zawilcowych.** Na czele zawilcowych stoją rodzaje *Ranunculus*, *Batrachium*, *Ficaria*, *Ceratocephalus* (181) z miodzystymi kwiatami; *Myosurus* (mysiurek) na tak samo jak *Ceratocephalus* bardzo wydłużone dno kwiatowe, ale musi być od niego oddzielony, bo jego działki są ostrogowate (Ryc. 349). W rodzaju *Adonis* (mielek) są działki (5) i płatki (do 16), ale działki są często zewnątrz

tylko zielone, a wewnątrz już barwne, przechodzą jedne w drugie (Ryc. 350), dno jest dość wydłużone, miodników niema, kwiaty są pyliste. Ta cecha zbliża je



Ryc. 346. Ostrożki (*Delphinium Consolida* L.); kwitnący pęd, kwiat przecięty *a* i mieszek *b*. — Ryc. 347 i 348. Tojad (*Aconitum Napellus* L.), kwiat cały i po zdjęciu kielicha. — Ryc. 349. Mysiorek (*Myosurus minimus* L.), kwiat cały i przecięty podłużnie. — Ryc. 350. Mielek (*Adonis vernalis* L.). Roślina i kwiat *a* widziany od tyłu. — Ryc. 351. Rutewka (*Thalictrum aquilegifolium* L.), kawałek kwiatostanu. — Ryc. 352. Kwiat rutewki przecięty.

do dalszych rodzajów jak *Anemone*, *Pulsatilla* i *Hepatica* (181). Obok rodzaju *Pulsatilla* stoją rodzaje *Clematis* i *Atragene* (181). W rodzaju *Thalictrum* (rutewka) pierwszy rzut oka na kwiatostany (Ryc. 351) zdradza, że to są kwiaty (Ryc. 352) wiatropylne. Ich kielich czterolistkowy, barwny, podobnie jak w gatunkach rodzaju *Clematis* ma działki bardzo drobne i rychło opadające, poczem cały kwiat składa się z samego przecikowia i słupkowia, okwiat nie



zawadza więc w porywaniu pyłku przez wiatr i osadzaniu go na znamionach, które stoją wyżej na dnie kwiatowem przez to, że słupki są w nasadzie trzoneczkowate (Ryc. 351). Jest tu podobnie, jak w wiatropylnych kwiatach rodzaju *Actaea*.

**185. Cechy jaskrowatych.** Chcąc zebrać wspólne cechy roślin należących do pewnej rodziny, nie dość jest porównywać tylko ich kwiaty ze sobą, trzeba zwrócić także uwagę na postać innych członków, na sposób ulistnienia, kształt liści, trwałość roślin, należy zbadać porównawczo ich budowę anatomiczną, oraz sposób ich życia, bo systematyka uwzględnia wszystkie działy botaniki, to jest morfologię (naukę o postaciach), anatomię (naukę o budowie) i fizjologię (nauka o zjawiskach życia); wreszcie nie trzeba zapominać o ich rozszerzeniu geograficznym, to jest, jakie okolice ziemi zamieszkują.



Ryc. 353. Przecięcie kwiatu piwonii.

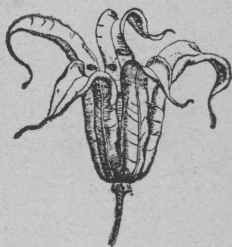
Jaskrowate są pospolicie bylinami, mającemi kłącza (Ryc. 326), rzadziej bulwiaste korzenie (Ryc. 263), niekiedy zdarzają się wśród nich i zioła roczne (czarnuszka, ostrożki). Ich pędy nadziemne są pospolicie skrętolegle ulistnione (okółkowo w powojniku), a liście są często pierzastodzielne.

Włosy, pokrywające naskórek, są zwykle jednokomórkowe, a wewnątrz tkanek nie znajdujemy ani gruczołów olejków aromatycznych, ani rur mlecznych. Są jednak piekącego smaku i zawierają trucizny, a ich liście przyłożone na ciało wywołują nieraz pryszcze.

Ich kwiaty są zwykle promieniste, rzadko grzbieciste, zawsze dolne, najczęściej w półobiegowe, pospolicie owadopylne (rutewka, czerniec — wiatropylne) i miodziste (piwonia — pyliste).

Dno kwiatowe jest zwykle mniej więcej wydłużone, u piwonii pod słupkiem znajduje się krążek, na którym osadzone są pręciki (Ryc. 353). Ich okwiat najczęściej z pięciokrotnych okółków złożony, rzadko bywa zróżniony na kielich i koronę.

Bardzo często kielich jest powabnia, staje się barwny, a płatki korony zamieniają się współcześnie na miódniki, szczególniejszej nieraz postaci. Pręciki i jednokrotne słupki są zwykle liczne (jeden słupek — ostrożka, czerniec). Z powodu, że słupkowie składa się z licznych słupków, owoce jaskrowatych są wielokrotne (165) (Ryc. 354); są to mieszki, nielupki, wyjątkowo jagody (czerniec). Nasiona są bielmore, z bielmem oleistym i małym dwuliścienym zarodkiem.



Ryc. 354. Mieszki z kwiatu orlika.

**186. Grupowanie rodzin.** Tak jak gatunki łączą się w rodzaje, tak rodzaje łączymy w plemiona a plemiona w podrzyny i rodziny. Zwykle nazwy tych grup są brane od pewnego wybitnego rodzaju i odróżniane zapomocą różnych końcówek w ten sposób:

rodzina	<i>Aceraceae</i>	klonowate
podrodzina	<i>Aceroideae</i>	kloniaste
plemie	<i>Acereae</i>	klonowe
podplemie	<i>Acerinae</i>	klonicze
rodzaj	<i>Acer</i>	klon

Skupiamy w rzędy te rodziny, które są widocznie pokrewne. Tak n. p. grzybenie, magnolie, berberysy, laury należą do rodzin, których kwiaty swem złożeniem zbliżają się do kwiatów jaskrowatych, można je połączyć w rząd wieloowocowych (*Polycarpicae*), ale ich cechy wspólne będą nieliczne z powodu wielu wyjątków. W jaskrowatych wyjątkowo n. p. powojnik ma ulistnienie okółkowe, rutewka kwiaty wiatropylne, czerniec jagody, piwonia krążek podsłupkowy. Skoro w rodzinach (które są widocznie z sobą pokrewne, przez pewne rodzaje do siebie zbliżone), znajdują się także jakieś wyjątki od cech wspólnych, to te wyjątki sprawiają, że cech wspólnych pewnego rzędu jest niewiele. Ale właśnie to jest cechą systemu naturalnego, że on szuka pokrewieństw między rodzajami, a nie szuka podziałów roślin na podstawie pewnych cech z góry określonych.

**187. Systemy sztuczne.** Gdybyśmy chcieli wziąć za podstawę ugrupowania roślin jedną tylko cechę, n. p. obecność lub nieobecność kielicha, koronę płatkową lub miódnikową, jeden lub więcej słupków, rodzaj owoców, kwiaty promieniste lub grzbieciste, to w takim systemie jaskrowate musiałyby być rozdzielone. Takie systemy sztuczne tworzone w XVIII wieku, a najgłośniejszym z nich, bo bardzo praktycznym w zastosowaniu, jest system Szweda, Karola Linné (\* 1707 † 1778), ogłoszony w r. 1737. Uwzględniając to, że z pomiędzy wszystkich liści kwiatowych pręcikowie jest najrozmaitsze (143), na niem głównie oparł on swój system.

W systemie tym podzielił Linné wszystkie rośliny na klas 24, w ten sposób:

I. Phanerogamia (to jest rośliny nasienne).

A. Monoclinia v. hermaphrodita (to jest mające kwiaty obupłciowe).

a. Eleutherostemonones (to znaczy z wolnymi pręcikami).

α Homodynamae (to znaczy z pręcikami o nitkach równych).

- 1) Monandria, 2) Diandria, 3) Triandria, 4) Tetrandria,
- 5) Pentandria, 6) Hexandria, 7) Heptandria, 8) Octandria,
- 9) Enneandria, 10) Decandria (to znaczy mające w kwiecie 1, 2, 3 i t. d. aż do 10 pręcików). 11) Dodecandria (pręcików 12 do 19).
- 12) Icosandria (pręcików 20 lub więcej w kwiatach kołozależniowych).
- 13) Polyandria (pręcików 20 lub więcej w kwiatach dolnych).

- β Heterodynamae (pręciki o nitkach różnej długości).  
 14) Didynamia (dwa pręciki dłuższe, dwa krótsze). 15) Tetradynamia (cztery pręciki dłuższe, dwa krótsze).  
 b. Synstemones (pręciki zrosłe).  
 16) Monadelphina. 17) Diadelphia. 18) Polyadelphia (pręciki zrosłe w 1, 2 lub więcej wiązek). 19) Syngenesia (pręciki zrosłe plynikami). 20) Gynandria (pręciki zrosłe ze słupkiem).  
 B. Diclinia (z kwiatami jednopłciowymi).  
 21) Monoecia (jednopienne). 22) Dioecia (dwupienne). 23. Polygamia (obok kwiatów jednopłciowych, obupłciowe).  
 II. Cryptogamia.  
 24) Cryptogamia (to jest paprocie, mchy, grzyby i glony).

**188. Systemy naturalne.** Pierwszy naturalny system roślin został ogłoszony w roku 1789 przez Francuza, Antoniego Wawrzyńca de Jussieu (\* 1748 † 1836).

Rozdzielił on rośliny na trzy grupy: bezliścienne (*acotyledones*), jednoliścienne (*monocotyledones*) i dwuliścienne (*dicotyledones*). Pierwsza odpowiada 24 klasie Linnégo, dwie inne jego jawnopłciowym. Jussieu scharakteryzował już 100 rodzin naturalnych, a w ich ugrupowaniu kładł przedewszystkiem wagę na stosunek liści kwiatu do jego dna (*hypogynae* są części kwiatu stojące poniżej, *perigynae* koło, a *epigynae* powyżej załączni, względnie dna kwiatowego); następnie zaś na to, czy płatki są wolne (*polypetalae*), czy zrosłe (*monopetalae*), czy też ich wcale niema (*apetalae*). Jego system był taki:

		Classis:
Acotyledones		I
		II
Monocotyledones	Stamina	hypogyna III
		perigyna IV
		epigyna V
		epigyna VI
		hypogyna VII
	Corolla	hypogyna VIII
		perigyna IX
		epigyna antheris connatis X
		» » distinctis XI
		epigyna XII
	Polypetalae	hypogyna XIII
		perigyna XIV
		perigyna XV
	Diclynes irregulares	

Myśl Jussieu go rozwinął znakomity Szwajcar, August Pyram De Candolle (\* 1778 † 1841) w dziele »Prodrum systematis naturalis«, rozpoczętem przez siebie, a ukończonem przez wielu współpracowników przed kilkunastu laty.

System De Candolla jest następujący:

Vasculares	Dicotyledoneae	Thalamiflorae
		Calyciflorae
Cellulares	Monocotyledoneae	Corolliflorae
		Monochlamydeae
		Phanerogamae
		Cryptogamae
		Foliaceae
		Aphyllae

W tym systemie rośliny są podzielone na mające w tkankach naczynia (*Vasculares*) i złożone tylko z miękiszu (*Cellulares*). Wśród tych ostatnich glony i grzyby są bezliśne (*Aphyllae*), mszaki ulistnione (*Foliaceae*). De Candolle zaliczał do jednoliściennych rzeczywiście jednoliścienne pod nazwą *Phanerogamae*, oraz paprotniki jako *Cryptogamae*. Dwuliścienne z pojedynczym okwiatem nazwał *Monochlamydeae*, z podwójnym zaś rozdzielił na trzy grupy; *Corolliflorae* mają pręcikowie przyrosłe do korony, *Thalamiflorae* do dna kwiatowego, *Calyciflorae* rzekomo do kielicha, to znaczy, rośliny z kwiatami kołozależnymi.

De Candolle zajmował się dużo morfologią roślin i na tej podstawie opracował umiejętnie zasady naturalnego pokrewieństwa. Współzawodniczył z nim pod tym względem Anglik, Robert Brown (\* 1773 † 1838), który odkrył, że są rośliny nagozależkowe i wykazał, że trzeba je przeciwstawić wszystkim okrytozależkowym. Młodszy od nich Adolf Brogniart (\* 1801 † 1876) był pierwszym, który bezpłatkowo rozdzielił naturalnie między wolnopłatkowemi.

Do połowy zeszłego wieku uważano powszechnie rośliny skrytopłciowe Linnégo, czyli bezliścienne Jussiego, za jedną klasę, którą przeciwstawiano innym, bardzo licznyim roślin nasiennych. Dopiero skoro w roku 1848. hr. Leszczyc Sumiński odkrył rozwój paproci, rozpoczął się nowy okres badania tych roślin. Rozpoczął go świetnie w r. 1851 Wilhelm Hofmeister (\* 1824 † 1877) porównawczą pracą nad rozwojem rodniovców i wykazaniem ich stosunku do wyższych roślin. Odtąd zaczęło się wyrabiać słuszne zapatrywanie, że rośliny niższe tworzą daleko liczniejsze działy, niż wyższe, i to współrzędne z roślinami nasienne.

W systematyce paproci największe zasługi położył Wilhelm Hooker, wątrobowców — Karol Gotsche, mchów — Samuel Bridel i Wilhelm Schimper, ramienic — Aleksander Braun. System naturalny grzybów opracował głównie Antoni de Bary, bakterii — Ferdynand Cohn, glonów — Jakób Agardh i Gustaw Thuret, słuzowców — autor tej książeczki.

W dzisiejszym stanie nauki można rozdzielić rośliny na dwadzieścia klas w następujący sposób:

Klasa	Gromada	Typ
1. <i>Myxomycetes</i>	<i>Myxophyta</i>	<i>Plasmophyta</i>
Śluzowce	Śluzorośle	Plazmorośle
2. <i>Schizophyceae</i>	<i>Gleophyta</i>	<i>Schizophyta</i>
Sinice		
3. <i>Schizomycetes</i>		
Bakterye	Ruchawki	Rozprątki



Klasa	Gromada	Typ	
4. <i>Chlorophyceae</i> Zielenice	<i>Algae</i> <u>Glony</u>	<i>Protophyta</i> <u>Pierworośle</u>	
5. <i>Phaeophyceae</i> Brunatnice			
6. <i>Florideae</i> Krasnorosty			
7. <i>Phycomycetes</i> Pleśniaki	<i>Mycetes</i> <u>Grzyby</u>		
8. <i>Ascomycetes</i> Workowce			
9. <i>Basidiomycetes</i> Podstawczaki			
10. <i>Characeae</i> Ramienice	<i>Charophyta</i> <u>Krzywoszyjce</u>		<i>Archegoniatae</i> Rodniowce
11. <i>Hepaticae</i> Wątrobowce	<i>Bryophyta</i> <u>Mszaki</u>		
12. <i>Musci</i> Mchy			
13. <i>Filicinae</i> Paprocie	<i>Pteridophyta</i> <u>Paprotniki</u>		
14. <i>Equisetinae</i> Skrzypy			
15. <i>Lycopodinae</i> Widlaki			
16. <i>Cycadeae</i> Kłodziniaste	<i>Gymnospermae</i> Nagozależkowe	<i>Embryonatae</i> v. <i>Spermatophyta</i> Nasienne	
17. <i>Coniferae</i> Iglaste			
18. <i>Gnetaceae</i> Gnietowate			
19. <i>Monocotyledones</i> Jednoliścienne	<i>Angiospermae</i> Okrytozależkowe		
20. <i>Dicotyledones</i> Dwuliścienne			

W systemie Karola Linnégo pierwszych 15 klas należało do jego skrytopłciowych (*Cryptogamae*), 5 ostatnich nazywał jawnopłciowymi (*Phanerogamae*). W systemie De Candolla 10 pierwszych klas tworzy rośliny komórkowe (*Cellulares*), 10 następnych obejmuje naczyniowe (*Vasculares*).

## OPISY RODZIN.

Rodziny łatwiejsze, o ile są szczegółowo opracowane w »Botanice na klasy niższe«, są tylko krótko przypomniane.

### Monocotyledones — Jednoliścienne.

**189. Cechy jednoliściennych.** Rośliny jednoliścienne są to zioła, byliny lub drzewa kłodziniaste. Miedzy ich wiązkami niema miazgi (Ryc. 126). Ich liście są pospolicie nietylko niezłożone, ale zazwyczaj niezróżnione na blaszkę i ogonek (wyjątek: obrazkowate, palmy). Ich blaszka długa a wązka jest zazwyczaj przyrośnięta wprost do węzła łodygi szeroką nasadą. Nerwacya liści jest równoległa (Ryc. 121) a sieć oczek tworzy nie-regularne prostokąty (wyjątek: obrazkowate). Kwiaty są typowo trójkrotne; składają się z dwu okółków okwiatu, z dwu okółków pręcików i z trzech owocolistków tworzących słupek. Zdarzają się kwiaty prostsze, nagie i bardziej złożone, mające więcej pręcików i słupków. Ich zalążki są zwykle przewrócone. Zarodek jest jednoliścienny, to nie znaczy, że podczas kielkowania tylko jeden liścień się rozwija, bo to się zdarza i wśród dwuliściennych, ale — że zarodek ma na jednym końcu korzeń, na przeciwnym liścień, a pęd z boku, w jamce znajdującej się w pochwiastej nasadzie liścienia. W nasieniu zazwyczaj znajduje się obfite bielmo.

### Liliaceae.

**190. Liliowate** mają kwiaty typowo jednoliścienne, to znaczy w pięciu trójkrotnych okółkach (Ryc. 355), w których okwiat jest w obu okółkach zazwyczaj barwny i jednakowy (Ryc. 356, b i 357), a słupek górny (Ryc. 356, c) z łóżykami kątowymi (Ryc. 356, e, f). Najpospoliciej owocem jest torebka komorowo pękająca (Ryc. 356, d), to jest otwierająca się trzema podłużnymi szparami, powstającymi na środku każdej komory, wskutek czego każda z trzech łupin torebki składa się z dwu połów sąsiednich owocolistków. Są jednak między nimi takie jak zimowit (*Colchicum autumnale* L.), których torebki otwierają się przegrodowo (Ryc. 356, f), to znaczy, że każda łupina jest jednym całym owocolistkiem, jakich trzy składa słupek. Wireszcie niektóre, jak n. p. konwalia, szparag mają za owoc jagodę.



Ryc. 355. Narzędy kwiatu lili.

Okwiat liliowatych jest barwny, a jego liście są albo wolne i każdy listek w obu okółkach jest osobno do dna kwiatowego przyrośnięty (Ryc. 356, b) albo wszystkie liście okwiatu są z sobą w nasadzie zrosłe i tworzą czasem nawet bardzo wydłużoną rurkę (Ryc. 357, A).



Ryc. 356. a—e *Ornithogalum umbellatum*. a cała roślina, b kwiat, c przecięcie kwiatu, d owoc, e przecięcie słupka. f—g *Colchicum autumnale*, f owoc przecięty, g przecięcie nasienia z zarodkiem e.

wówczas rosnąć, wychodzi ponad ziemię, wydaje kilka liści i nad ziemią tworzy się torebka (Ryc. 357, B). Są i kłączaste liliowate, n. p. kokoryczka (Ryc. 179), szparag. Szparag ma liście łuskowate, a z ich kątów wychodzą pęczki nitkowatych gałęziaków (120).

Liliowate są bardzo liczną rodziną (do 2600 gatunków), przystosowaną do klimatów suchych i gorących. Tam rosną zwykle gromadnie, jak n. p. w południowej Europie asfodele, o których wspomina Odyssea (*Asphodelus ramosus* L.). W deszczowej porze zakwitają, wydając listowie, które asymiluje, a po nastaniu suszy i dojrzewaniu owoców nadziemne pędy zamierają. Ich materiały zapasowe przenoszą się wówczas do podziemnych

Liliowate są zazwyczaj bylinami, mającemi cebule (Ryc. 356, a). Cebule bywają zwykle półwłoczyste, jak n. p. w hiacyncie (Ryc. 183), to jest, że ich łuski otaczają wokół łodygę, rzadziej są łuskowate, jak n. p. u lilii (Ryc. 182), gdzie wyglądają jak szyszki. Zdarzają się i bulwiaste, n. p. zimowit, szczególny z tego względu, że kwitnie jesienią, wydając ze swej bulwy tylko kwiaty (Ryc. 357, A). Po przekwitnięciu słupki, stojący na szczycie bulwy, a więc pod ziemią, zaczyna się dopiero rozwijać z następną wiosną. Łodyga pod nim stojąca zaczyna

pędów i służą do ich rozwoju, oraz do wydania w roku następnym nowych nadziemnych pędów. To też na północy, mającej klimat wilgotny, i w górach są rzadkie. Zdarzają się wśród nich wyjątkowo krzewy, a nawet drzewa bardzo szczególnej postaci, jak smokowiec (*Dracaena Dracco* L.), mające postać wielkiej miotły, a dochodzące znacznej grubości.

191. Rodziny pokrewne. Sitowate (*Juncaceae*) mają liście trawiaste, a okwiat suchy, łuskowaty, zresztą budowę kwiatu liliowatych. Amarylkowate (*Amaryllidaceae*), do których należy n. p. narcyz, różnią się od liliowatych słupkiem dolnym. Dolny słupek mają też i kosaćcowate (*Iridaceae*), ale mają tylko trzy pręciki (Ryc. 358) i znamiona płatkowate, jak n. p. szafran (Ryc. 180) i kosaciec (Ryc. 178). Kosaciec ma trzy okwiatolistki zewnętrznego okółka przegięte na dół, trzy wewnętrznego odgięte do góry, z pręcikowia tylko zewnętrzny okółek jest rozwinięty, te trzy pręciki stoją więc, na podstawie reguły, że wszystkie okółki kwiatu są międzyległe, naprzeciw zewnętrznych okwiatolistków (Ryc. 358). Między pręcikami a szyjką słupka wydziela się nektar. Szyjka rozdziela się na trzy płatkowate zrazy, odgięte na zewnątrz i tworzące dach ponad trzema pylnikami pręcików,



Ryc. 357. *Colchicum autumnale*. A kwitnące, B owocujące.



Ryc. 358. Narys kwiatu kosaćca.

chroniący je od deszczu. Na zewnętrznej stronie tych płatkowatych zrazów, tuż ponad pylnikami, jest wązki, nieco wystający rąbek poprzeczny, który jest znamieniem zrazu. Skoro owad przychodzi ssać oskołę, siada kolejno na jednym z zewnętrznych okwiatolistków i stara się dostać do nektaru przez szparę między pręcikiem a okwiatolistkiem. Dotyka więc naprzód znamienia, a potem, sięgając głębiej, obciera się o pylnik, przez co pyłek dostaje się na jego grzbiet. Jeżeli pójdzie następnie na drugi okwiatolistek, to dotyka się naprzód znów znamienia, które zapyla. Zwykły nasz wodny kosaciec z żółtymi kwiatami (*Iris pseudoacorus* L.) bywa zapylany bądź przez trzmiele, bądź przez pewną muchę (*Rhingia rostrata* L.). W kwiatach przy-



stosowanych do zapylania przez trzmiele, których ciało jest grube, płatkowate zrazy znamion są oddalone od zewnętrznych okwiatolistków na 6—8 mm. U innych roślin przeciwnie znamiona przylegają do zrazów bezpośrednio i te kwiaty są przystosowane do zapylania przez muchę, której ciało jest szczuplejsze.

## Araceae.

**192. Obrazkowate.** Kłosy są to kwiatostany z wydłużoną osadką, na której stoją bezszypułkowe kwiaty. W kłosach obrazkowatych osadka jest gruba i mięsista, często barwna, nazywa się buławką. Każdy



Ryc. 359. *Arum maculatum*. Cała roślina; K kłos, O owocostan.

kłos jest otoczony pochwą, to jest wielkim kończastym liściem (Ryc. 359), który często jest także barwny i wraz z buławką odgrywa rolę powabni. Kwiaty są niekiedy, n. p. w tataraku (*Acorus Calamus* L.), typowo jednoliścienne (pięć trójkrotnych okółków), albo nagie, n. p. u naszej czermieni (*Calla palustris* L.), albo nietylko nagie, ale zredukowane w pręcikowiu lub słupkowie. U obrazków (*Arum maculatum* L.) na dole buławki (Ryc. 359, K) stoją osobno kwiaty słupkowe, z których każdy składa się z jednego tylko słupka, potem jest pęczek włosów, a nad nim kwiaty pręcikowe o jednym tylko pręciku, nad nimi szereg włosów, a koniec buławki jest nagi. Obrazki są więc jednopienne, obrazkowate bywają jednak i dwupienne. Owocem jest jagoda (Ryc. 359, O). Załączki obrazkowatych mają wszystkie możliwe postaci (261), a nasiona są bielmore lub bezbielmore, co się

jedno i drugie w innych rodzinach nie zdarza. Liście są zwykle zróżnione na pochwę, ogonek i blaszkę z rozgałęzionymi nerwami (Ryc. 359) o oczkach nieregularnych jak u dwuliściennych, często strzałkowate, a rzadko długie z nerwami równoległymi jak u jednoliściennych, n. p. w tataraku.

Obrazkowate są zwykle bylinami, mającemi kłącza (tatarak) lub bulwy (Ryc. 153, 1 *Calladium* i 359), niektóre pną się zapomocą powietrznych korzeni po pniach (Ryc. 156 i 157) lub skałach. Hodowany w pokojach filodendron (112) do nich należy, a jest szczególny z tego względu, że ma liście podziurawione (Ryc. 360).

Obrazkowate bywają zapylane przez owady i są przedślupne, zwykle

zapylają je małe muszki. Nęci je do dostania się do pochwy jej barwa, woń, którą wydaje buławka, i ciepłota. Buławka bardzo mięsista oddycha (12) bardzo energicznie, wskutek czego temperatura wewnątrz pochwy może być (do 30°) wyższa niż otaczającego powietrza. U obrazków (Ryc. 359) wydobywa się z pochwy wstrętna woń gnijącego moczu, która zwabia mnóstwo muszek. Pochwa jest tuż pod nagą częścią buławki mocno zwężona (Ryc. 361, A) i w tym miejscu stoją właśnie włosy (Ryc. 361, B), między którymi muszą się owadki przecisnąć, chcąc się dostać do środka. Skoro się dostaną, osa-



Ryc. 360. *Filodendron*.



Ryc. 361. Obrazki. A kwiatostan, B bez pochwy.

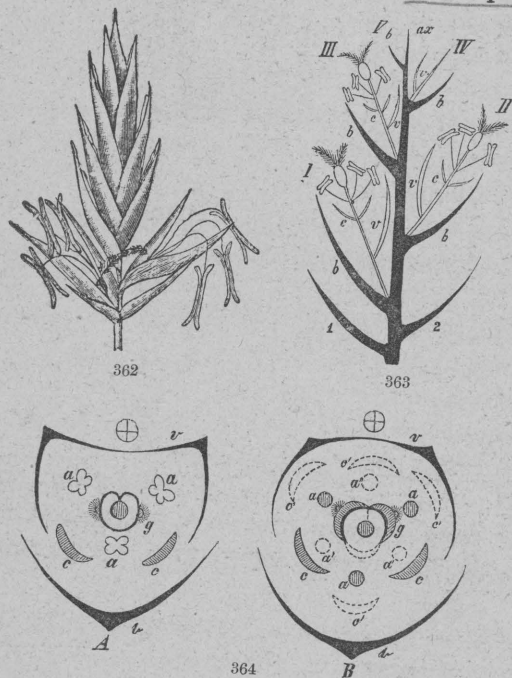
dzają przyniesiony z innego kwiatostanu pyłek na znamionach. Po paru dniach znamiona więdną, a na ich miejscu zostaje wydzielona kropla nektaru. Potem rozwijają się kwiaty pręcikowe, muszki walają się ich pyłkiem. Wreszcie włosy pod zaciśnięciem pochwy więdną i owady mogą wylecieć do innego kwiatostanu.

**193. Rodziny pokrewne.** Rzęsowate (*Lemnaceae*) są najpokrewniejsze z obrazkowatymi. Ich pędy mają postać małych soczewkowatych ciałek, na których dolnej stronie rozwijają się korzenie przybyszowe. Ale największą rodziną, której kwiatostany są też otoczone jedną wielką, nieraz zdrewniałą pochwą, albo kilkoma pochwami, są palmy (*Palmae*), drzewa kłodziniaste, z kwiatami o niepozornym okwiecie bądź pręcikowymi bądź słupkowymi, bo palmy są jednopienne albo dwupienne. Ich liście są wielkie, mają dużą pochwę, ogonek i blaszkę, która w nie-rozwiniętym liściu jest cała i dopiero podczas rozwoju rozdziera się dłoniasto lub pierzasto.

## Gramineae.

**194. Trawy** są rodziną, której gatunki mają mnóstwo cech wspólnych. Owocem ich jest ziarniak (154), powstający przez zrośnięcie się nasienia z owocnią. Podczas kielkowania liście nie wychodzi z owocu (174), a wyrastające źdźbło zaraz się krzewi (Ryc. 187). Źdźbła (119) u naszych traw rozgałęziają się tylko przy samej nasadzie, u bambusów są zdrewniałe i tworzą wyniosłe, gałęziste postaci. Kwiaty traw są zebrane w kłosy (192), które się tu nazywają kłoskami (Ryc. 362) i są ustawione bądź na

wspólnej nierozgałęzionej osadce w kłos złożony, n. p. u pszenicy, bądź na osadkach rozgałęzionych, tworzących wiechę, n. p. u owsa. Skoro ulistnienie traw jest skrętoległe i liście ich stoją w dwu szeregach, to i w kłoskach kwiaty, wychodzące z kątów liści (Ryc. 363, b) stoją tak samo na ich osadce dwuszerogowo (Ryc. 363). W kłoskach na osadce (Ryc. 363, ax) znajdują się naprzód plone przykwiatki (150), z których kątów



Ryc. 362. *Festuca pratensis*. Kłos z dwoma kwiatami już rozwiniętymi. — Ryc. 363. Schemat kłoska. ax osadka kwiatostanu, 1-2 plewy, I-IV kwiaty, b ich plewki zewnętrzne, v wewnętrzne, c łuszczyki. Ryc. 364. Naręsy kwiatu traw A większości, B w rodzaju *Bambusa*, b plewka zewnętrzna, v wewnętrzna, c łuszczyki, a pręciki, g słupek.

w każdym razie plewki zamykają i chronią od szkodliwych wpływów cały kwiat i otwierają się, często na kilkanaście tylko minut, w czasie zapyłania kwiatów przez wiatr (Ryc. 256). O ile zewnętrzna plewka jest oścista, a kwiaty są skupione w kłosach, ości odstraszały zwierzęta od niszczenia kwiatów. Jeżeli plewy zrastają się z ziarniakiem, jak się to dzieje n. p. u owsa lub jęczmienia, a ości są skręcone, to odgrywają one rolę w rozsiewaniu (171) traw. Są trawy, jak n. p. proso, ryż, trzcina cukrowa, których całe kłoski, jednokwiatowe, są poniżej plew stawowate

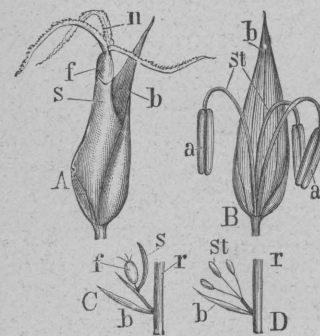
kwiaty nie wychodzą, te nazywają się plewami. Każdy zaś nagi kwiat traw zamknięty jest w dwu plewkach (Ryc. 363 i 364, b, v). Zewnętrzna plewka jest często oścista, wewnętrzna zawsze bezostna, często w wierzchołku wycięta (Ryc. 365) i dwunerwowa lub łódkowato załamana (Ryc. 364, v). Są trawy z rodzaju *Bambusa*, mające zupełny kwiat jednoliściennych (Ryc. 364, B), ale pospolicie kwiat traw jest nagi, składa się ze słupka, trzech pręcików i dwu łuszczyków (Ryc. 365), odgrywających rolę w otwieraniu się plewek podczas kwitnienia (154). Są krajowe trawy, np. tonka (*Anthoxanthum odoratum* L.), nadająca wonność całemu sianu, które mają w kwiatach tylko dwa pręciki.

U niektórych traw plewy są tak wielkie, że zamykają cały kłos, u innych są małe, ale

i po dojrzeniu w nich owocu w tym miejscu odpadają. W takim razie koniec takiego owocostanu po odpadnięciu jest zaostrzony, a jeżeli przytem oś plewki jest skręcona, to owocostan wbija się z łatwością i wkręca nie tylko w ziemię, ale nawet w ciało zwierząt, których się uczepli. Takie trawy są plagą hodowców owiec w Australii.

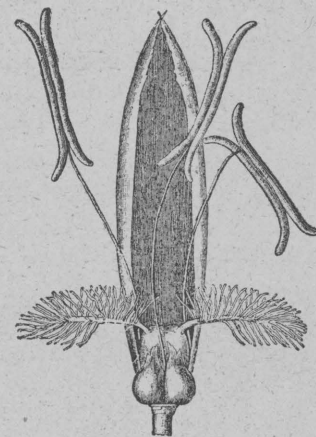
Traw jest koło 3500 gatunków, nadają one wybitne piętno okolicom, w których rosną gromadnie, tworząc łąki, stepy, łąny zbóż hodowlanych i zarośla drzewiastych bambusów, dochodzących 30 metrów wysokości, a 3 decymetrów grubości.

Trawy odegrały pierwszorzędą rolę w historii cywilizacji człowieka. Każda część świata jest ojczyzną pewnych zbóż, a więc Europa — żyta i owsa, Azja — pszenicy i ryżu, Afryka — sorga, Ameryka — kukurydzy, oprócz Australii, której pierwotni mieszkańcy, właśnie dlatego, że nie mieli swego zboża, pozostali w stanie pierwotnym. W handlu wszechświatowym cztery tylko



Ryc. 366. *Carex*. A kwiat słupkowy, B kwiat pręcikowy, C, D ich schematy, r osadka kwiatostanu, b przykwiatki, St pręciki, f słupek, s woreczkowaty przykwiatek.

obupłciowe z okwiatem szczeciniastym; są więc do sitów podobne, ale różnią się od nich tem, że mają tylko 3 pręciki. Drugie mają kwiaty jednopłciowe, bądź z 3 pręcikami, bądź ze słupkiem, który w rodzaju turzycy (*Carex*) otoczony jest woreczkowatym przykwiatkiem (Ryc. 366, s).



Ryc. 365. *Festuca pratensis*. Kwiat po zdjęciu plewy dolnej; przed słupkiem 2 łuszczyki rozwierające plewy.

produkta, to jest: zboże, węgiel kamienny, żelazo i złoto należą do pierwszorzędnych, a wśród nich obrót zbożem daje największe sumy.

195. Rodziny pokrewne. Z trawami najbardziej spokrewnione są ciborowate (*Cyperaceae*), z pokroju do sitów lub traw podobne, a różniące się od tych ostatnich liśćmi skrętoległymi, stojącymi w trzech szeregach, z pochwami nierozprutymi. Ich kwiaty mają słupek z dwoma lub trzema znamionami, zamieniający się na niełupkę, to jest owoc nieotwierający się, którego nasienie nie zrasta się z owocnią. Dzieli się na dwie podrodziny: siciaste (*Scirpoideae*) i turzyczaste (*Caricineae*). Pierwsze mają kwiaty



## Hydrocharidaceae.



Ryc. 367. Narys kwiatu babki wodnej.

196. Żabiściekowate. Należą do grupy rodzin odznaczających się tem, że miewają więcej przecików i owocolistków słupka, niż typowe kwiaty jednoliściennych. Ich słupek jest dolny, a w pokrewnej rodzinie żabięcowa-tych (*Alismaceae*) jest górny. Do nich należy żabiściek (*Hydrocharis*) i walisnerya (Ryc. 255). Jeżeli porównamy narys (Ryc. 367) kwiatu babki wodnej (*Alisma Plantago L.*) z kwiatem trójkratnym pszonki (*Ficaria verna Huds.*) wśród jaskrowatych, to zobaczymy, że złożenie kwiatów tych roślin jest bardzo podobne, ale budowa zarodka wskazuje, że mimo to nie są wcale z sobą pokrewne.

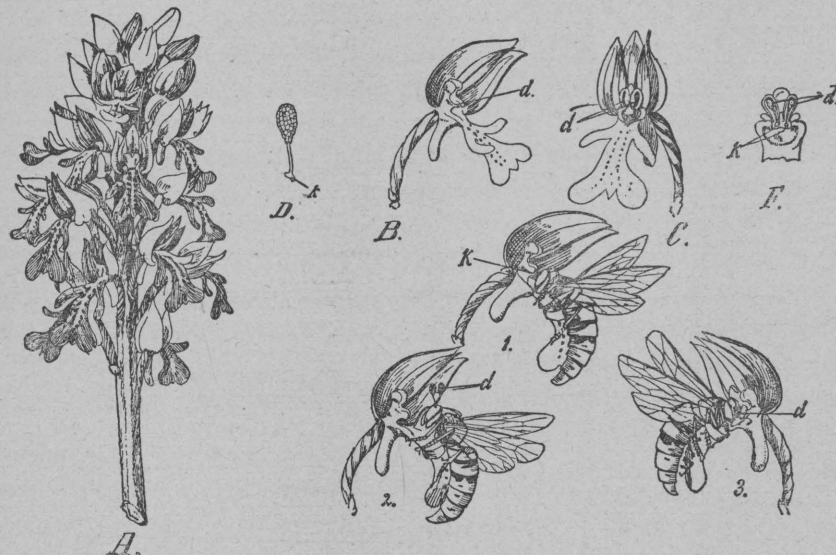
## Orchidaceae.

197. Storczyki. Grzbieciste kwiaty storczyków (Ryc. 368) mają słupek dolny, a przez skręcenie się zalążni o 180°, górna część jest w rozwiniętym kwiecie zwrócona na dół. W okwiecie barwnym, tylny listek wewnętrzznego okółka (zwrócony zatem na dół), tak zwana warżka, postacją, wielkością i barwą wyróżnia się od innych. Z przecików tylko jeden, przedni zewnętrz-trznego okółka jest rozwinięty (w rodzaju *Cypripedium* są wyjątkowo dwa wewnętrzne okółka). Nitki przecikowia są zrosnięte z szyjką słupka w szyjonitkę, a pylnik siedzi wskutek tego na jej szczycie, zaraz powyżej znamienia. Pylek każdego pylnika zrosnięty jest zwykle w jedną maczużkę, mającą w nasadzie lepki gruczoł, tak zwaną uczepek. Trzy owocolistki tworzą zalążnię jednokomorową z trzema ściennymi łożyskami. Owocem jest torebka zrosnięta na szczycie, a otwierająca się zwykle podłużnymi szparami. Nasiona są nadzwyczaj drobne, bezbielmowe, z zarodkiem nie-mającym rozwiniętych żadnych organów.

Storczyki mają kwiaty owadopylne, zapylane przez najrozmaitsze owady. W rodzaju *Orchis* (storczyk), skoro owad, szukając oskoły, której często niema w ostrodze warżki (Ryc. 368, 1—3), dotknie nasady pylnika, uczepek mu się maczużki i niebawem przekrzywiają ku przodowi tak, że skoro przechodzi na inny kwiat, to szczyt maczużek styka się ze znamieniem, do którego tak silnie przylegają, że odrywają się od ciała owadu. Kwiaty storczyków są tak wybitnie grzbieciste i przystosowane do po-staci owadów, które je zapylają, że skoro ich — wskutek n. p. słoty — zabraknie, zostają niezapylone. Nie tworzą jednak kwiatów skrytopylnych.

Mają tylko tę właściwość, że zalążki rozwijają się dopiero wówczas, skoro kwiat zostanie zapylony.

Storczyki są ogromną rodziną, liczącą do 5000 gatunków, tem po-spolitszych im bliżej równika. W tamtych okolicach są to rośliny zwykle



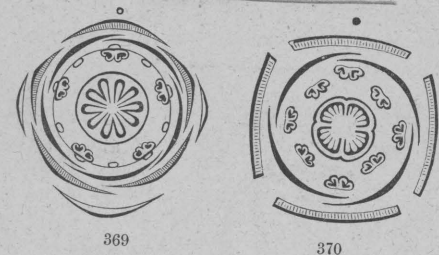
Ryc. 368. *Orchis militaris*. A kwitnąca gałązka, B i C kwiat, w nim *d* maczużki, *D* maczużka, *k* jej uczepek, *F* szczyt szyjonitki, *d* maczużki, *k* ich uczepek. 1—3 zapylanie kwiatu przez osę. 1 osa siedzi na kwiecie i zdejmuję maczużki, które, skoro schodzi, sterczą jej na głowie 2, z niemi siada na inny kwiat i zapyla go 3.

nadrzewne (Ryc. 156), czepiające się konarów drzew lub skał zapomocą korzeni powietrznych. W naszych stronach są to rośliny ziemne, mające zwykle bulwki i są przeważnie grzybożywne (Ryc. 208) niektóre z nich są pozbawione zieleni, n. p. gniazdosz (Ryc. 206). Rosną u nas najobficiej na wapnistej glebie.

## Dicotyledones — Dwuliścienne.

198. Cechy dwuliściennych. Rośliny dwuliścienne są to zioła, byliny lub drzewa rozsochate. Między ich wiązkami tworzy się miazga (Ryc. 123), łącząca się w pierścieniu, przez którego wzrost (Ryc. 120) rosną na grubość. Ich liście bywają najrozmaitsze, ale mają pospolicie ogonek, rzadko zaś pochwę (baldaszkowe), zato często posiadają przylistki. Nerwacya bywa rozmaita, ale równoległa zdarza się tylko wyjątkowo (niektóre brazylijskie gatunki rodzaju *Eryngium*); sieć nerwów tworzy oczka nieregularne

(Ryc. 122). Kwiaty są typowo pięciokrotne (Ryc. 369), rzadziej czterokrotne (Ryc. 370) w pięciu okółkach, bo — podobnie jak jednoliściennych, najczęściej mają dwa okółki pręcikowia; jednak słupek składa się zwykle z mniejszej ilości owocolistków. Zdarzają się kwiaty prostsze i bardziej złożone. Wyjątkowo spotykają się kwiaty trójkrotne n. p. szczaw (Ryc. 257) lub dwukrotne (*Corydalis*). Zarodek jest dwuliścienny.



Ryc. 369. Narys kwiatu lnu.  
Ryc. 370. Narys kwiatu wiesiolka (*Oenothera*).

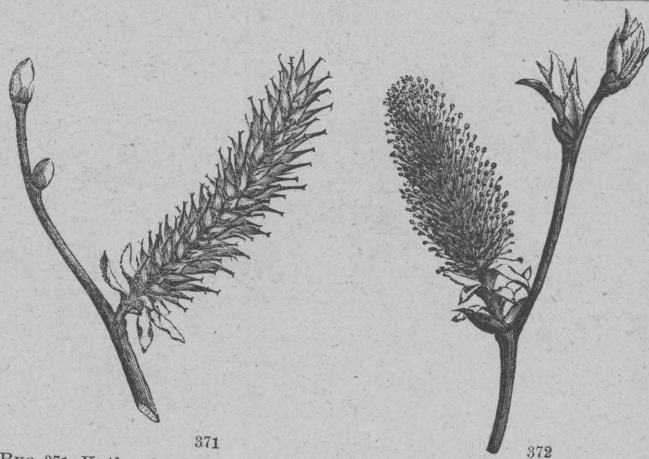
Dawniej rozdzielano dwuliścienne na bezpłatkowe (*apetalae*), wolnopłatkowe (*dialypetalae*) i zrosłopłatkowe (*sympetalae*), ale przekonano się, że wiele rodzin bezpłatkowych jest spokrewnionych z rodzinami wolnopłatkowymi, rozmieszczono je więc obok nich, a tylko na czele wolnopłatkowych stawia się typowe bezpłatkowe.

## Dialypetalae.

### Salicaceae.

(Tab. 3)

199. Wierzbowate. Gronem nazywamy kwiatostan, na którego wydłużonej osi stoją kwiaty szypułkowate o szypułkach równej długości. Kwiaty wierzbowatych są zebrane w kotki. Tak się nazywają kłosa lub grona, które po przekwitnięciu i dojrzewaniu owoców całe odpadają. Wierzbowate są drzewiaste i dwupienne, z ulistnieniem skrętoległym, o liściach z przylistkami pospolicie odpadającymi, należą do nich wierzby (*Salix*) i topole (*Populus*). —

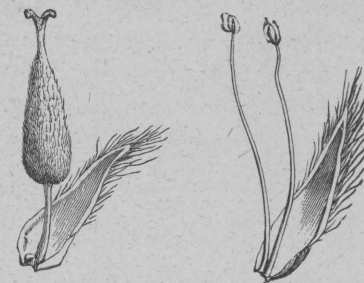


Ryc. 371. Kotka słupkowa wierzby. Ryc. 372. Kotka pręcikowa wierzby.

Kotki składają się z osadki, na której stoją gęsto skupione łuski (Ryc. 371 i 372), a w ich kątach kwiaty bądź słupkowe, bądź pręcikowe, u wierzby

nagie (Ryc. 373 i 374), u topoli otoczone tutkowatym krążkiem. Pręcików jest dwa lub więcej, słupek jeden, jednokomorowy, z którego powstaje torebka, zawierająca nasiona bezbielmowe, opatrzone puchem i rozsiewane wskutek tego przez wiatr.

Wierzby są owadopylne i przystosowane do tego w ten sposób, iż kotki ich są sztywne i w górę wzniesione, owady więc przychodzące po oskołę, obficie sączącą się w nasadzie łuski, mogą na nich wygodnie siadać. Długie nitki pręcików i wystające słupki tworzą powabnię. Kwitnące wierzby, zwłaszcza z kwiatami pręcikowymi, z daleka wpadają w oko swą barwą. Topole są wiatropylne, nie wydzielają nektaru, kotki ich mają osadkę wątlą, są zwieszane, wiatr łatwo nimi porusza i unosi pyłek, tem



Ryc. 373. Kwiat słupkowy wierzby.  
Ryc. 374. Kwiat pręcikowy wierzby.

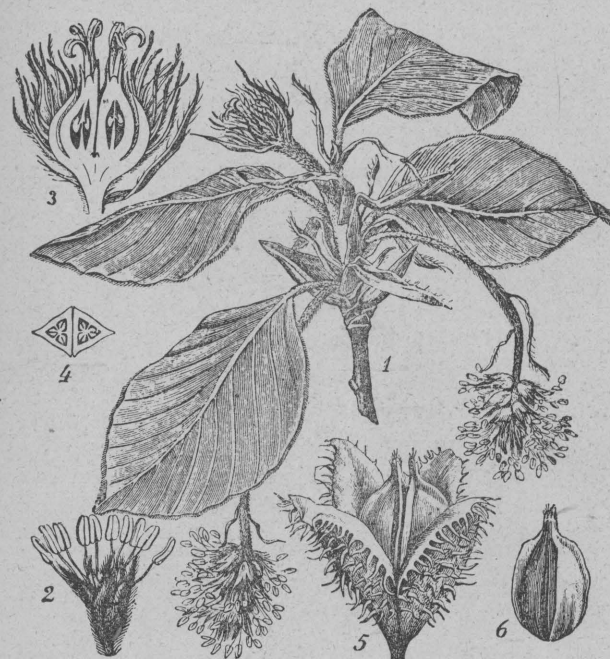
łatwiej, skoro ich liście rozwijają się dopiero po przekwitnięciu.

### 200. Rośliny pokrewne.

Z wierzbowatymi spokrewnione są jednopienne brzożowate (*Betulaceae*), do których należą brzozy (*Betula*) i olsze (*Alnus*). Brzoza ma owoce przystosowane do rozsiewania przez wiatr, są to niełupki, skrzydełkowato rozplaszczone, nazywają się skrzydlakami.

### Cupuliferae.

201. Miseczkowate. Są to drzewa o ulistnieniu skrętoległym, jednopienne, wiatropylne, których



Ryc. 375. Buk. 1 gałązka kwitnąca, 2 kwiat pręcikowy, 3 kwiat słupkowy przecięty, 4 słupek przecięty, 5 owoce w miseczce, 6 owoc.

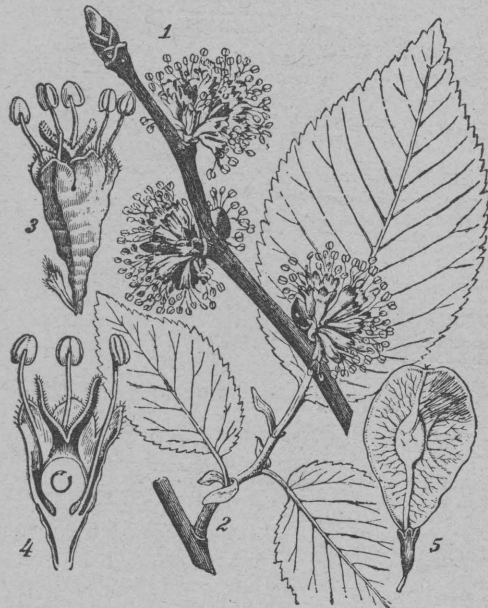
kwiaty pręcikowe są zebrane w kotki zwieszające się, a słupkowe stoją zwykle na końcach gałązek ze znamionami wzniesionymi w górę (Ryc. 375).



Odznaczają się tem, że ich jeden albo kilka słupków otacza okrywa, rozwijająca się po przekwitnięciu słupka i otaczająca owoc, zwana miseczką. W rodzaju leszczyny (*Corylus*) ta okrywa jest wątła i dwulistna, u grabu (*Carpinus*) boczna, trójkłapowa, u dębu (*Quercus*) jest wielolistna, tworzy miseczkę (Ryc. 285, 286), u buku (*Fagus*) prawie całkiem ukrywa owoce i pęka na cztery lupiny (Ryc. 385, 5). Niektóre mają okwiat prosty i pojedynczy, inne są bez okwiatu.

## Ulmaceae.

**202. Wiązowate** są drzewa, do których z krajowych rodzajów należy rodzaj wiazu (*Ulmus*). Wiazy (Ryc. 376) mają liście skrętoległe, w dwu szeregach stojące, wskutek czego wychodzące z ich kątów pączki



Ryc. 376. *Ulmus campestris*. 1 kwitnąca gałązka, 2 pęd liściasty, 3 kwiat, 4 jego przecięcie, 5 owoc.

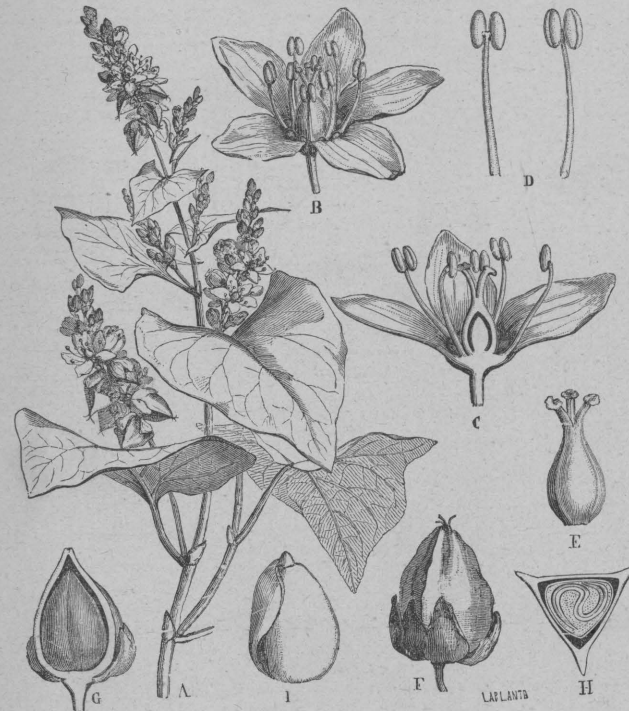
**203. Rodziny pokrewne.** Pokrzywy, morwy, figi (Ryc. 296), konopie, chmiel (Ryc. 188), cekropka (Ryc. 323) są roślinami należącymi do rodzin pokrewnych z wiązowatymi.

## Polygonaceae.

**204. Rdestowate** są przeważnie rośliny zielne z łodygami obłemi, zwykle w węzłach zgrubiałymi, o liściach skrętoległych, otoczonych w na-

śladzie, wraz z pączkiem — rurkowatym przylistkiem, jakby tutką. Kwiaty (Ryc. 377) są promieniste i obupłciowe. Okwiat jest zielonawy lub biały, składa się z 5 lub 6 okwiatolistków, pręcików jest 5—9, górny słupek składa się zwykle z trzech owocolistków, ale jest jednokomorowy z jednym

zależkiem, podnoszącym się z dna kwiatowego. Jako owoc powstaje kan-  
ciasta nielupka, z mączastem bielmem. Należą tu rodzaje: szczaw (Ryc. 257, 258) z kwiatami wiatropylnymi i rdest (*Polygonum*), którego gatunki są albo wiatropylne albo owadopylne. Zdarzają się też gatunki rdestu n. p. *P. aviculare* ze skrytopylnymi kwiatami.



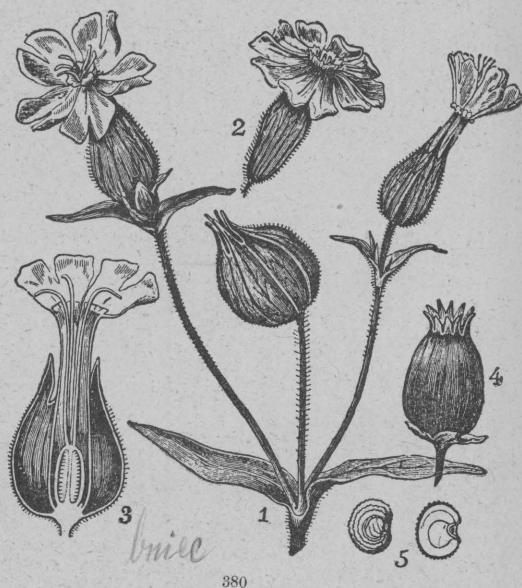
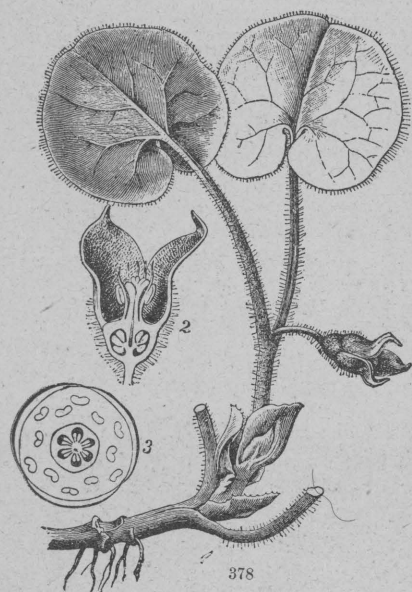
Ryc. 377. *Tataraka* (*Polygonum Fagopyrum* L.). A gałązka kwitnąca, B kwiat cały i C przecięty, D pręciki, E słupek, F owoc, G jego przecięcie podłużne i H poprzeczne, I zarodek.

## Aristolochiaceae.

**205. Kokornakowate**, tak nazwane od rodzaju *Aristolochia* (Ryc. 273), są to krzewy wijące się lub byliny (Ryc. 378), o liściach sercowatych,

skrętoległych, stojących w dwu szeregach. Mają kwiaty zwykle sześciokrotne, górne, okwiat pojedynczy ale barwny, pręcików 6 lub 12 zewnętrznych, słupek wielokomorowy z łożyskami kątowymi. Znamiona są promieniste, owocem torebka, nasiona bielmowate. Kwiaty kokornakowatych mają często woń wstrętą, nie wydają oskoły, są jednak owadopylne, u kokornaku (158) przedślupne, u kopytnika (*Asarum*) przedprątne (Ryc. 378, 2).

**206. Rodziny pokrewne.** Wiele roślin nawpół pasorzytnych, jak leniec (Ryc. 218), lub pasorzytnych, jak jemiola (Ryc. 220), raflesia, *Scybalium* (Ryc. 223), należą do rodzin z pokrewieństwa kokornakowatych.



Ryc. 378. *Asarum europaeum*.  
1 roślina, 2 kwiat przecięty,  
3 narys kwiatu.

Ryc. 379. *Stellaria media*. A roślina kwitnąca; B kwiat cały i C przecięty; D słupki i przelotki; E owoc; F nasienie całe i G przecięte.

Ryc. 380. *Melandryum album*.  
1 kwitnąca gałązka, 2 kwiat przelotkowy, 3 przecięcie kwiatu słupkowego, 4 owoc, 5 nasienie całe i przecięte.



## Caryophyllaceae.

(Tab. 5 i 6)

207. Gwoździkowate są przeważnie zielnymi roślinami, z łodygą obłą, w węzłach zgrubiałą, z ulistnieniem okółkowym, z liśćmi o blaszce całej i całobrzegiej, bez przylistków. Ich kwiaty są promieniste, zwykle

pięciokrotne, z kielichem trwałym, koroną wolnopłatkową, pręcikami czasem w dwu okółkach, słupkiem złożonym z 2—5 owocolistków, o szyjkach wolnych, z załączkami licznymi na środkowym łożysku. Owocem jest torrebka lub niełupka. Nasiona są zwykle nerkowate. Ich zarodek jest skrzywiony i leży wśród mączastego obielma.

Gwoździkowate dzielą się na kilka podrodzin, z których dwie najliczniejsze są; mokrzycowe (*Alsineae*) i lepnice (*Sileneae*). Mokrzycowe (Ryc. 379) odznaczają się kielichem wolnodziałkowym i koroną o płatkach gwiaźdzowato rozłożonych, białych, bez paznokcia. W tej podrodzinie, często w tym samym nawet gatunku, znajdują się obok kwiatów zupełnych, typowych, kwiaty zredukowane. Tak n. p. muszec (Ryc. 379) może mieć — obok pięciokrotnych kwiatów z dwoma okółkami pręcików i słupkiem trójkrotnym — kwiaty albo: 1) bezpłatkowe, albo 2) z 5 pręcikami zewnętrznego okółka albo 3) nawet takie, w których niewszystkie pręciki drugiego okółka są rozwinięte. W tej podrodzinie nitki zewnętrznych pręcików są zwykle dłuższe i mają w nasadzie miodniki. Kwiaty są zwykle przedprątne, a że są szeroko rozwarte, odwiedzają je owady o krótszych narządziach pyszczkowych, jak muchy i pszczoły. Lepnicowe (Ryc. 380) mają kielich zrosłodziałkowy, długi, rurkowaty; ich płatki, białe lub różowe, mają wskutek tego długi paznokieć, ukryty w rurce kielicha, a w miejscu, gdzie on przechodzi w blaszkę, znajduje się rozdwojenie, zwane przykoronkiem. Niektóre rodzaje, jak n. p. bniec (*Melandryum*), mają kwiaty jednopłciowe. Z powodu długiego kielicha mogą je zapylać owady z długimi narządziami pyszczkowymi, przedewszystkiem motyle.

208. Rodziny pokrewne. Z gwoździkowatymi spokrewnionych jest wiele roślin o kwiatach typowo bezpłatkowych, jak n. p. komosowate (*Chenopodiaceae*), porastające gromadnie u nas przychacia. Rosną chętnie na słoniawach i cechują słone stopy azyatyckie, rozciągające się na południe Syberji wgląd Chin. Wyrastają tam nawet w drzewka.

## Ranunculaceae.

(Tab. 9)

209. Jaskrowate patrz wyżej (181—185). Spokrewnione są z nimi grzybieniolowate (*Nymphaeaceae*), wodorosty ze wspaniałymi kwiatami, jak głośna wiktorya rosnąca w Amazonce.

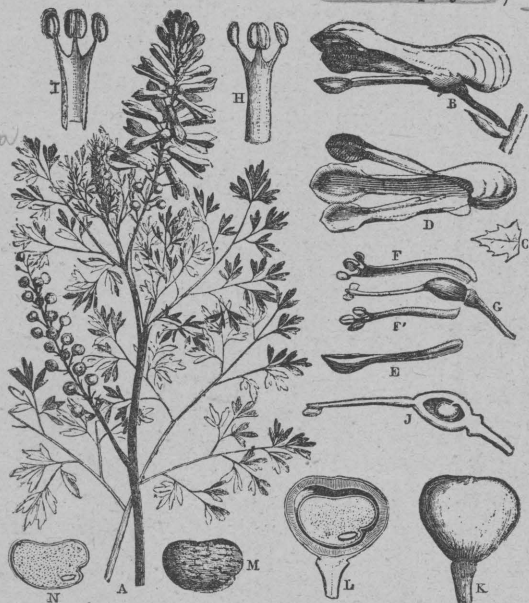
## Papaveraceae.

(Tab. 2)

210. Makowate, są to rośliny zielne, z sokiem mlecznym, pokryte zwykle szttywnymi włosami. Mają kwiaty promieniste, z kielichem dwu-



krotnym, w chwili rozwijania się kwiatu opadającym, koronę z dwu dwukrotnych okółków, liczne pręciki, słupek jednokomorowy, za owoc torebkę (n. p. mak) (*Papaver*) lub łuszczynę n. p. złotnik (*Chelidonium*). Zarodek jest mały i leży wśród obfitego, oleistego bielma.



Ryc. 381. *Fumaria officinalis*. A roślina kwitnąca i liść, B kwiat, C kielich, D korona umyślnie rozwartą, E dolny płatek, F i F' wiązki pręcików, G słupek, H i I końce wiązek pręcikowych, J słupek przecięty, K owoc, L jego przecięcie, M nasienie, N jego przecięcie.

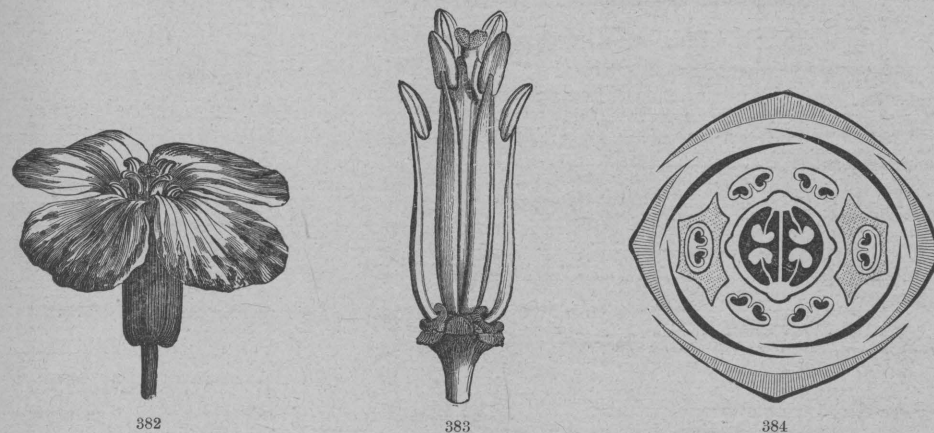
względnie ciekawy, że jego kwiaty nie mogą być zapyłone własnym pyłkiem, musi tu nastąpić skrzyżowanie, jeśli ma powstać nasienie.

## Cruciferae.

(Tab. 8)

**212. Krzyżowe.** Są to rośliny zielne, z liśćmi skrętoległymi, których kwiatostanem jest grono albo baldaszkogron, to znaczy kwiatostan z szypułkami różnej długości, dochodzącymi tej samej wysokości, co wywołuje wrażenie baldachu. Kwiatostany krzyżowych odznaczają się jeszcze tem, że przykwiatki, z których kątów wychodzą szypułki, zanikają tu zupełnie. Kwiaty są promieniste, działki stoją w dwu dwukrotnych i krzyżujących się okółkach (Ryc. 384), cztery płatki korony stoją w jednym okółku, tworząc jakby krzyż (Ryc. 382) od czego poszła nazwa rodziny. Pręcikowie stoi w dwu okółkach; w zewnętrznym są dwa krótsze, w wewnętrznym dwie pary dłuższych pręcików (Ryc. 383), pręciki są cztero-

silne. Słupek jest dwukrotny, łożyska są ścienne, ale przez przegrodę fałszywą (to znaczy nie będącą częściami owocolistków, tylko osobno rozwijającą się ścianą), rozdzielony jest na dwie komory. Po dojrzeniu, ściany owocolistków odpadają, a na szypulce zostaje fałszywa przegroda z łożyskami. Taki owoc, jeżeli jest wydłużony, nazywa się łuszczyną (Ryc. 298), jeżeli jest niewiele co dłuższy, jak szeroki, łuszczynką.



Ryc. 382. Kwiat laku. — Ryc. 383. Jego pręcikowie i słupkowie. — Ryc. 384. Jego narys.

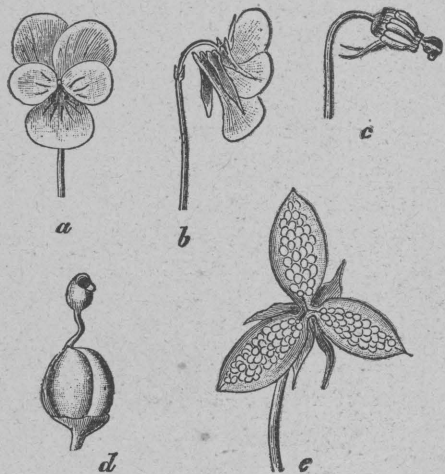
Lak, kapusta, rzerzucha (*Cardamine*) mają łuszczyny, chrzan, tasznik (*Capsella*) łuszczynki. Nasiona są bezbielmowe.

Krzyżowe mają kwiaty owadopylne i miodziste. Oskoła bywa wydzielana na dnie kwiatowym w nasadzie pręcików, a rozmieszczenie miodników cechuje rodzaje.

## Violaceae.

**213. Fiołkowate** tworzą małą rodzinę, do której z krajowych roślin należy jeden tylko rodzaj: fiolek (*Viola*); za typ jego może służyć bratek (*Viola tricolor* L.) (Ryc. 385). Kwiaty jego są grzbieciste, kielich jest pięciopalcowy, korona ma pięć nierównych płatków, ze wskaźnikami, z których dolny największy kończy się ostrogą. Pręcików jest pięć siedzących, dwa przednie mają rurkowate przyczepki (Ryc. 285, c) sączące oskołę i wchodzące do ostrogi płatka. Słupek jest trójkrotny, jednokomorowy, z łożyskami ściennymi. Jego szyjka, z początku cienka, kończy się główkowatym zrazem (Ryc. 385, d), tkwiącym w zaciśnięciu płatków korony. W tej główce, od strony dolnego płatka z ostrogą, znajduje się szerokie, zagłębione znamię, mające od spodu mały błonkowy jęczeczek. Jęczeczek

może być łatwo obsypany obcym pyłkiem, jeżeli owad zapuszcza język do ostrogi, a podnosi się w górę i zakrywa znamię w chwili, skoro owad



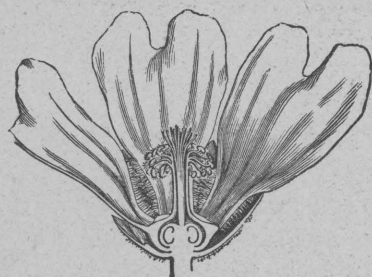
Ryc. 385. *Viola tricolor*. a i b kwiat, c pręcikowie i słupek, d słupek, e torebka.

wyciąga język z ostrogi i wypuszcza pyłek. Tym sposobem następuje skrzyżowanie ogrodowych odmian bratka. Jeżeli ich kwiaty nie zostaną skrzyżowane, kwitną do trzech tygodni, poczem przez swoiste wysypywanie się pyłku może nastąpić samozapylenie. Są inne gatunki fiołków, które, jeżeli skrzyżowanie nie nastąpi, tworzą skrytopylne kwiaty (160). Owocem fiołków jest torebka pękająca na trzy łupiny (Ryc. 385, e), które skręcając się do środka, wyszczykują z wielką siłą po kolei nasiona. Nasiona są bielmore.

214. Rodziny pokrewne. Rezeda, rosziczka (Ryc. 212) *Nepenthes* (Ryc. 214), dziurawiec (*Hypericum*), azyatycka herbata (*Thea*) należą do rodzin pokrewnych fiołkom.

### Malvaceae.

215. Ślazowate są przeważnie zioła o ulistnieniu skrętoległym, często gwiazdkowatymi włosami gęsto okryte. Liście ich są pojedyncze i dloniastonerwowe.



Ryc. 386. *Malva sylvestris*. Przecięcie podłużne kwiatu.

Kielich jest trwały, zrosłodziółkowy, często na zewnątrz okryty kieliszkiem, złożonym z trzech albo więcej listków. Płatków jest pięć, zrosniętych w nasadzie między sobą i z rurą jednowiązkowych pręcików (Ryc. 386) tak, że zakrywają razem zalążnię górnego słupka. Nitki pręcików kończą się tylko jednym nerkowatym pylnikiem (Ryc. 387). Owocolistków jest trzy lub wiele, szyjki są liczne. U jednych, n. p. u ślazów (*Malva*), po dojrzeniu zalążnia rozpada się na nerkowate rozłupki, u innych, n. p. u bawełny, powstaje z niej torebka



Ryc. 387. Pręcikowie jednowiązkowe.

ków kończą się tylko jednym nerkowatym pylnikiem (Ryc. 387). Owocolistków jest trzy lub wiele, szyjki są liczne. U jednych, n. p. u ślazów (*Malva*), po dojrzeniu zalążnia rozpada się na nerkowate rozłupki, u innych, n. p. u bawełny, powstaje z niej torebka

wielonasienna. Kwiaty ślazowatych są zwykle przedprątne, szyjki stają się widoczne dopiero, skoro pręcikowie zwiednie.

216. Rodziny pokrewne. Do pokrewieństwa ślazowatych należą krajowe lipowate (Ryc. 283 i 310) i egzotyczna rodzina *Sterculiaceae*, z której pochodzą amerykańskie kakao (*Theobroma cacao*) i afrykańskie orzechy koli (*Cola acuminata*).

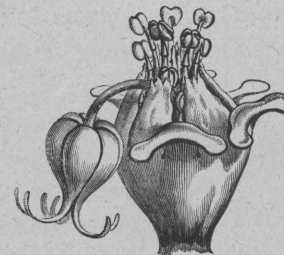
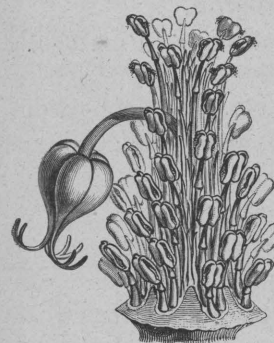
### Geraniaceae.

217. Bodziszkowate mają podobnie jak ślazowate liście zwykle skrętoległe, dloniastonerwowe z przylistkami, podobnie 5 działek i 5 płatków, ale pręcików jest 5 lub 10, w nasadzie nieco z sobą zrosniętych, a słupek jest pięciokrotny i pięciokomorowy. Jego długa szyjka, rozdzielająca się na 5 zrazów, noszących znamiona, wydłuża się w owocu w długi dziób. Środkowa część przegród komorowych pozostaje jako podsada, od której odzielają się owocolistki, związując się od dołu ku górze, i rozrzucają nasiona (Ryc. 388).



Ryc. 388. *Geranium Robertianum*. Na lewo słupek, na prawo owoc.

218. Rodziny pokrewne. Szczawiki z kwiatami niekiedy trójpostaciowymi (157), lny (Ryc. 282), hodowane w ogrodach nasturcy (*Tropaeolum*), oraz krajowe niecierpki (*Impatiens*), jak n. p. gniewosz (Ryc. 302), należą do rodzin pokrewnych z bodziszkowatemi.



Ryc. 389. Kwiatostan euforbii bez okrywy i 390 z okrywą.

### Euphorbiaceae.

219. Ostromleczone. Oznaczają się jedną wspólną cechą, to jest, że w kwiatkach żeńskich słupek jest zwykle trójkomorowy, a po dojrzeniu zostaje się na dnie środkowa podsada, od

której sprężystość odrywają się boczne ściany komór. Zresztą kwiaty ich są bardzo rozmaite, często z okwiatem zróżnionym na kielich i koronę,



czasem bez okwiatu. W gatunkach krajowych euforbii kwiaty są nagie, skupione w kwiatostany, których środek zajmuje jeden kwiat żeński, składający się ze samego słupka, a kwiaty boczne mają na szypułkach po jednym tylko pręciku (Ryc. 389). Cały zaś kwiatostan bywa otoczony kubkowatą okrywą pięcioząbkową (Ryc. 390) z półksiężycowatymi gruczołami między ząbkami. Tak samo jak rozmaita jest budowa kwiatu, tak i z postaci rośliny tej rodziny są bardzo różne. Jedne z nich, afrykańskie, wyglądają jak kaktusy, inne (Ryc. 190, 3) mają gałęziaki. Ich liście bywają bądź skrótoległe, n. p.



Ryc. 391. Kwiat grzbiecisty marchwi.

u kleszczowiny (*Ricinus*), bądź okółkowe. Niektóre mają sok mleczny, jak krajowe euforbie lub amerykańskie gatunki rodzaju *Hevea*, dostarczające kauczuku.

## Umbelliferae.

**220. Baldaszkowate** mają wiele cech wspólnych. Kwiaty górne zwykle są w baldachach złożonych, z okrywkami, pięciokrotne, promieniste, czasem skrajne całego baldachu grzbieciste (Ryc. 391). Szyjki są rozszerzone w miodnikodajne podszyjczy (Ryc. 391). Ze słupka dolnego po dojrzewaniu tworzą się dwie rozłupki żebrowate (Ryc. 392) bardzo różnej postaci. Cechy rodzajów oparte są przeważnie na cechach owoców. Liście baldaszkowatych są pochwiate, ich łodygi dęte dochodzą często kilku metrów wysokości i w niektórych okolicach Azji, n. p. w bezdrzewnym Turkiestanie, nadają piętno całej okolicy.



Ryc. 392. Owoc weszki (*Conium maculatum*).

## Rosaceae.

**221. Różowate** mają tak jak jaskrowate zazwyczaj liczne pręciki i owocolistki, ale stojące w okółkach. Kielich i korona są pięciokrotne. Kwiaty zaś są promieniste, kołozalążniowe lub górne, a więc dno kwiatowe bywa bądź słoirowato wklęsłe, n. p. u róży (Ryc. 290), u której po przekwitnieniu mięśnieje, albo u wiśni (Ryc. 252), gdzie odpada, albo talerzykowate, nieraz na środku wzniesione, n. p. u maliny (Ryc. 393), albo

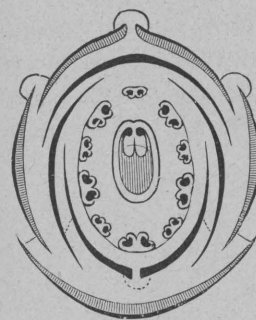
poziomki (Ryc. 288). Są to rośliny o ulistnieniu skrótoległym, z liśćmi często z przylistkami. Różowate dzielą się na kilka podrodzin, z których najważniejsze są: migdałowe (*Amygdaleae*), jak wiśnia, śliwa, ze słupkiem jednokrotnym, zamieniającym się na pestkowiec, ich słoirowate dno kwiatowe odpada, przeciwnie u różowych (*Roseae*) dno takie mięśnieje i otacza liczne niełupki (Ryc. 290), jabłkowe (*Pomeae*) mają kwiaty górne (Ryc. 253), a owoc zmięśniały.



Ryc. 393. Przecięcie podłużne kwiatu maliny.

## Papilionaceae.

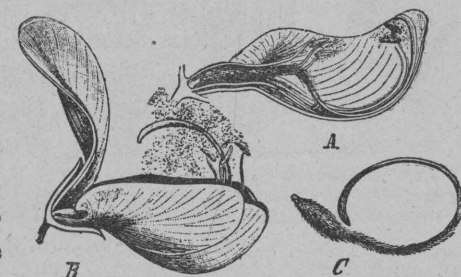
**222. Motylkowate** mają kwiaty grzbieciste (Ryc. 394). Na dnie kwiatowym nieco wklęsłym i kołozaląż-



Ryc. 394. Narys kwiatu grochu.

niowem stoi słupek jednokrotny, z którego powstaje z czasem strąk. Otacza go rura, ze zrosłych w jedną wiązkę 10 pręcików, albo 9 tworzy jedną wiązkę, a dziesiąty, ku górze kwiatu zwrócony, jest wolny; w takim razie mówi się, że pręciki są dwuwiazkowe. Z pięciu płatków górny największy, tak zwany żagielek, stoi naprzeciw innych czterech, z których dwa boczne, skrzydełka, są w różny sposób spojone z dolną łódką, zrosłą z dwu płatków, w której ukrywa się pręcikowie i słupek. Wszystkie płatki otacza kielich zrosłodziolkowy, rurkowaty, który jakby pierścień ścisła paznogie

płatków. Wskutek tego wejście do oskoły jest utrudnione. Owad pragnący kwiat zapylić siada na łódce i stara się dostać do nektaru między skrzydełkami a żagielkiem, sięgając aż do nasady pręcików, gdzie trafia na wolny pręcik i otwór prowadzący do dna kwiatowego. Zapylenie następuje w różny sposób. Pręciki i słupek mogą być w łódce tak mocno skręcone, że skorozprzez ucisk owadu siadającego na kwiecie wyskoczą z łódki, pyłek naraz się wyprósza i narzędzia te nie mogą już powrócić do swego pierwotnego położenia (Ryc. 395), albo nie są tak mocno skręcone i wyskoczywszy



Ryc. 395. *Sarothamnus scoparius*. A w przeciętej łódce siedzą ukryte pręciki i słupek, B kwiat w chwili wyskoczenia pręcikowia i słupkowia. C następne położenie słupka.

z łódki znów się w niej chowają, skoro owad zsiądzie z kwiatu, n. p. u nostrzyka (*Melilotus*). Czasem pyłek zostaje zmiotany szczotką, znajdującą się pod szczytem szyjki, n. p. u grochu, a więc podobnie jak u przedprątnych kwiatów blawatka (Ryc. 277).

Motylkowate mają ulistnienie skrętoległe, liście zwykle pierzasto złożone; rośliny pnące się zapomocą wąsów lub wijące się są wśród nich nierzadkie

**223. Rośliny pokrewne.** Taki sam owoc mają dwie rodziny: *Caesalpiaceae*, do których należy karuba, dająca chleb św. Jański, i *Mimosaceae*, do których należą prawdziwe akacje (Ryc. 261) i mimozy (Ryc. 146). Wyjątkowo zdarzają się strąki, które się nie otwierają (Ryc. 314).

## Sympetaleae.

### Ericaceae.

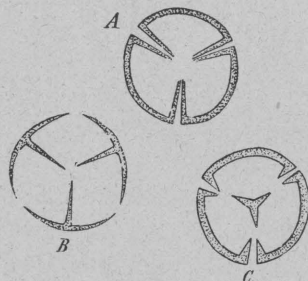
**224. Wrzosowate** stanowią przejście od wolnopłatkowych do zrosło płatkowych, bo niektóre z nich, jak n. p. gruszyczka (Ryc. 279), mają koronę wolnopłatkową, opadającą. Zwykle jednak korona jest zrosłopłatkowa. Wszystkie



Ryc. 396. Wrzos (*Calluna vulgaris*). 1 pęd kwitnący, 2 kwiat cały, 3 kwiat przecięty podłużnie, 4 owoc, 5 narys. kwiatu.

części kwiatu, to jest: kielich, korona, dwa okółki pręcików i słupek są cztero- (Ryc. 386, 5) lub pięciokrotne. Pylniki otwierają się dziurkami na szczycie i mają często przyczepki (Ryc. 269, 279). Prawdziwe wrzosi (*Ericaceae*) mają słupek górny (Ryc. 396 3), a jako

owoc torebkę (Ryc. 396, 4), podśadowo pękającą, to znaczy, że od przegród środkowych oddzielają się boczne ściany zalążni jako łupiny (Ryc. 396, bis, c). Borówkowe (*Vaccineae*) zaś (Ryc. 268, 269) mają słupek dolny, a za owoc jagodę. Wrzosowate są to krzewinki u nas i zimą zwykle zielone, o liściach sztywnych, skórkowatych, bez przylistków; należą do typowych roślin grzybożywnych (126).



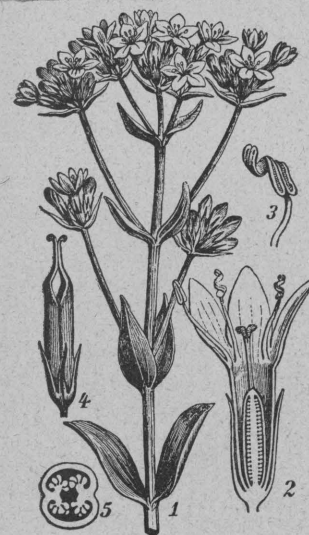
Ryc. 396 bis. Schemat pękania torebek. A pęknięcie przegrodowe, jak u ziemowitu (Ryc. 365, f), bardzo rzadkie. B pęknięcie komorowe, każdy owocolistek otwiera się na grzbiecie, łupiny torebki są połówkami dwu sąsiednich owocolistków; ten sposób pęknięcia jest pospolity. C pęknięcie podśadowe.

**225. Rośliny pokrewne.** Do pokrewnych wrzosowatym należą pierwiosnkowate (*Primulaceae*) o kwiatach pięciokrotnych, których zewnętrzny okółek pręcików zanikł, mające ich zatem tylko 5 i to nadległych płatkom. Słupek ma jedną szyjkę, owocem jest torebka. Pierwiosnek ma kwiaty dwupostaciowe (Ryc. 272). Do tej rodziny należą jaśnieńskie (Tab. 4).

## Gentianaceae.

(Tab. 7)

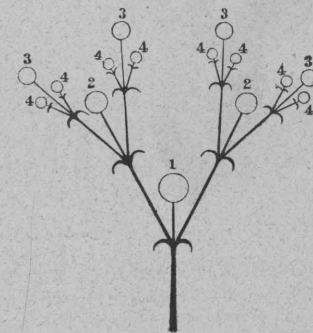
**226. Goryczkowate** są to zioła lub byliny nieporosłe włosami, o liściach naprzeciwległych, niepodzielonych i całobrzegich (Ryc. 397), nieraz w nasadzie nieco zrosłych, często zebranych w różyczkę, na ziemi się rozkładającą. Ich kwiatostanem jest zwykle wierzchołka rozpierzchna. Jest to kwiatostan z grupy kwiatostanów skończonych, tak nazwanych dlatego,



Ryc. 397. Tysiącznik (*Erythraea centaurium*). 1 kwiatostan, 2 przecięcie kwiatu, 3 pręcik ze skręconym po wypileniu pylnikiem, 4 torebka, 5 przecięcie zalążni.

że tu każda szypułka kończy się kwiatem, a kwiatostan powstaje przez nowe szypułki, rozwijające się poniżej pierwszego kwiatu. Wierzchołki rozpierzchnie powstają w kwiatostanach skończonych, których pędy są okółkowo ulistnione (Ryc. 398), zawsze więc przynajmniej dwie nowe szypułki powstają poniżej pierwszej, wznosząc się w górę i znów się podobnie rozgałęziają. Inne pospolite formy kwiatostanów skończonych są skręte (Ryc. 406) i dwurzędka (Ryc. 400).

Kwiaty goryczkowatych są cztero lub pięciokrotne, oprócz słupka, który jest dwukrotny (Ryc. 397, 4). Kielich jest prawie wolnodziałkowy, ko-



Ryc. 398. Sposób rozgałęziania się wierzchołki rozpierzchniej.

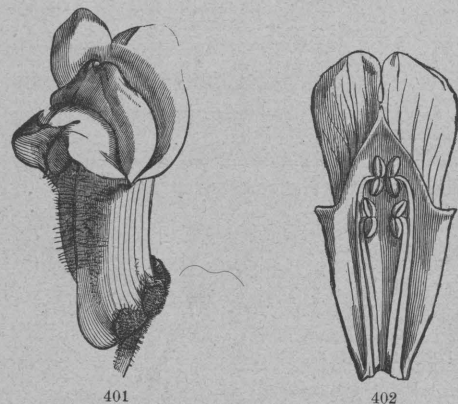
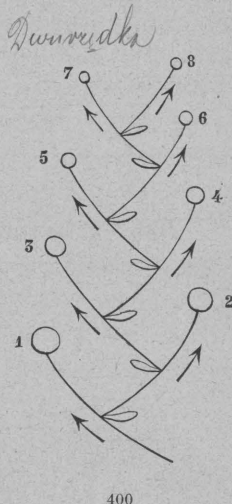
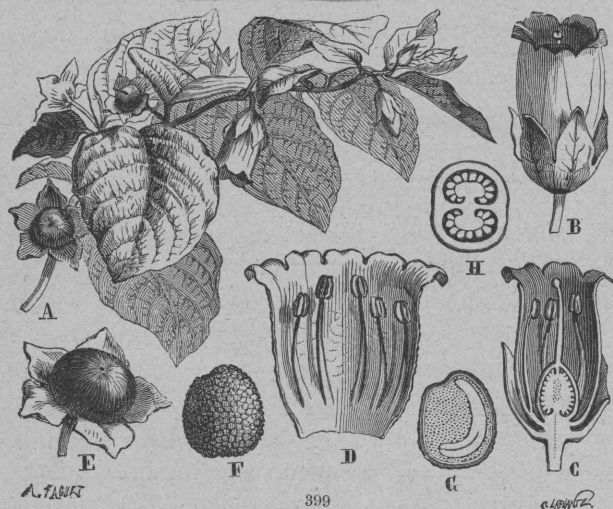
rona w przedkwitnieniu skręcona, zalążnia jednokomorowa z dwoma ściennymi łóżykami (Ryc. 397, 5). Owocem jest torebka dwulupinowa i wielonasienna.

**227. Rośliny pokrewne.** Barwinek, oleander trzymany w pokojach, drzewo oliwne i nasz krajowy jesion należą do roślin pokrewnych z goryczkowatymi.



## Solanaceae.

**228. Psinkowate** mają kwiaty dolne pięciokrotne (Ryc. 399), ze słupkiem dwukrotnym. Kielich jest zrosłodzialkowy, korona pofałdowana; w dwu-



Ryc. 399. *Atropa Belladonna*. A gałązka kwitnąca, B kwiat, C przecięcie kwiatu, D korona rozcięta, E jagoda otoczona trwałym kielichem, F nasienie, G jego przecięcie, H łożysko. — Ryc. 400. Schemat dwurzędki. — Ryc. 401. Wyżlin (*Antirrhinum maius*). Kwiat cały. — Ryc. 402. Jego wargę górną z dwusilnymi pręcikami. — Ryc. 403. Babka. 1 roślina, 2 kwiat, 3 puszka, 4 nasienie, 5 narys.

komorowym słupku łożyska środkowe są bardzo grube. Owocem jest torebka, n. p. u lulka, dziedzierzawy, tytoniu, albo jagoda n. p. w psinkach, pomidorach; nasiona są mniej więcej nerkowate.

Kwiaty psinkowatych są zwykle zebrane w dwurzędki (Ryc. 400), to jest kwiatostany wierzchotkowate o ulistnieniu skrętoległym, których kolejno po sobie następujące szypułki padają na lewo i prawo, wskutek czego kwiaty pozornie stoją w dwu szeregach.

Ulistnienie psinkowatych jest skrętoległe, ich liście są rozmaitej postaci, ale z nerwacją pierzastą, są to zarówno zioła, jak rośliny drzewiaste.

**229. Rośliny pokrewne.** Z psinkowatymi pokrewne są trędownikowate (*Scrophulariaceae*), których kwiaty są zwykle grzbieciste, czasem poczwarkowate (Ryc. 401). Ilość pręcików jest zmienna, bywa ich 5 n. p. u dziewanny, tylko 2 n. p. u przetarznika (*Veronica*), ale często jest ich cztery dwusilnych, to jest dwa dłuższych, a dwa krótszych (Ryc. 402). Owocem jest torebka, taka jak u psinkowatych, ale nasiona nie są nerkowate. Ich ulistnienie jest albo okółkowe albo skrętoległe.

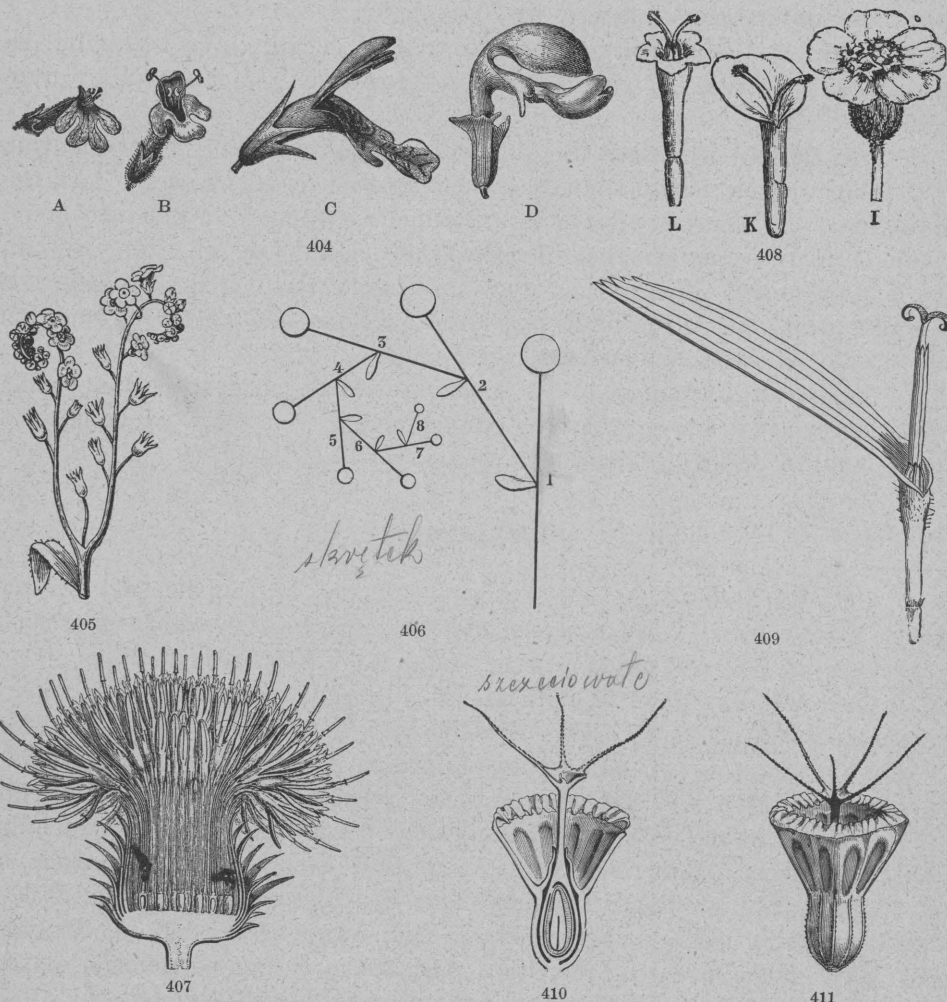
Babkowate (*Plantaginaceae*), należące też do pokrewieństwa psinkowatych, mają kwiaty czterokrotne oprócz słupka, który jest dwukomorowy (Ryc. 403); owocem jest puszka.

## Labiatae.

**230. Wargowe** (Ryc. 404) mają ulistnienie krzyżujące się, kwiaty górne i grzbieciste, kielich zrosłodzialkowy, koronę dwuwargową, pręciki dwusilne, słupek dwukrotny, przez fałszywą przegrodę czterokomorowy, z jedną szyjką, którego zalążnia po dojrzeniu rozpada się na cztery rozłupki (Ryc. 270). Wargowe bywają zapylane przez owady, a postać kwiatu pozostaje w związku z postacią owadu, który go zapyla. W związku z tem pozostaje i wielkość warg korony. W południowej Europie pospolite są takie wargowe, których górna wargę wcale nie jest rozwinięta albo słabo rozwinięta (Ryc. 404, A i B), w środkowej Europie pospolitsze są z wargą górną średnio rozwiniętą (Ryc. 404, C), a na Wschodzie żyjące wargowe mają górną wargę wielką i helmowatą (Ryc. 404, D). Niektóre jak n. p. szalwie, mają tylko dwa pręciki, mięty zaś odznaczają się koroną, która jest czteroząbkowa z jednym ząbkem większym.

**231. Rośliny pokrewne.** Taki sam słupek, tak samo rozpadający się na 4 rozłupki, posiadają szorstkoliściowe (*Borraginaceae*) tak nazwane z powodu szczeciniastych pędów o ulistnieniu skrętoległym. Ich kwiaty o 5 pręcikach są jednak zwykle promieniste i zebrane w skrętki (Ryc. 405), kwiatostany są wierzchotkowate, z ulistnieniem skrętoległym, których kolejno po sobie następujące szypułki padają zawsze na tę samą stronę (Ryc. 406), wskutek czego kwiatostan jest ślimakowato skręcony. U wargowych kwiaty stoją

w kątach liści skupione w krótkoszypułkowe kwiatostany. Uderza, że zawsze środkowy kwiat jest najpierw rozwinięty i od niego rozwijają się następne na dwie strony. To nie może zatem być żaden groniasty kwiatostan,



Ryc. 404. *a* Ajuga reptans, *b* Origanum vulgare, *c* Galeopsis versicolor, *d* Phlomis roeseliana. — Ryc. 405. Kwiatostan niezapominajki. — Ryc. 406. Schemat skrzętki. — Ryc. 407. Przecięcie podłużne koszyczka ostu. — Ryc. 408. Krwawnik, *I* cały koszyczek, *K* jego kwiat języczkowy, *L* jego kwiat rurkowy. — Ryc. 409. Jeden kwiat języczkowy z koszyczka cykoryi. — Ryc. 410 i 411. Scabiosa atropurpurea. Owoc cały i przecięty, otoczony kieliszkiem, na szczycie widać szczecinki kielicha.

w którym kwiaty rozwijają się dowierzchołkowo, tylko jest wierzchołkowy, a mianowicie taki, że wśrodku stoi na szypułce jeden kwiat, a po obu jej stronach rozwijają się małe, zwykle trójkwiatowe skrzętki.

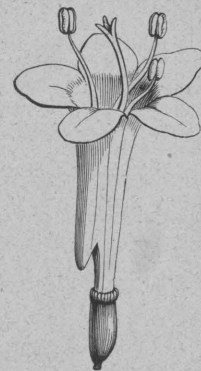
## Compositae.

**232. Złożone** mają kielich albo nierozwinięty albo w postaci puchu wieńczącego następnie owoc (Ryc. 278, F). Korona albo jest promienista tak zwana rurkowata (Ryc. 408, L), albo grzbiecista, języczkowata (Ryc. 409), do korony przyrośnięte są nitkami pręciki, których pylniki w liczbie 5 są z sobą zrosłe w rurę (Ryc. 277). Słupek jest dolny, jednokomorowy jednozależkowy, o jednej szyjce z dwoma znamionami. Z załączni powstaje, nielupka.

Kwiaty złożonych są bezszypułkowe i stoją na rozszerzonym osadniku (Ryc. 407), tworzyłyby więc główki, ale ze względu, że otacza je wielolistna okrywa, kwiatostany ich nazywają się koszyczkiem. W koszyczkach albo wszystkie kwiaty są jednokowe albo dwojakie. Mogą więc być wszystkie języczkowe, jak n. p. u cykoryi (Ryc. 409), mleczu, sałaty i innych złożonych, zawierających sok mleczny. Bywają wszystkie rurkowate, n. p. w ostach (Ryc. 407), bylicach, u bławatki (Ryc. 278), (gdzie skrajne są wyjątkowo nijakie). U bardzo wielu zaś złożonych, jak u rumianku, astru, stokrotki, środkowe kwiaty są rurkowate, a skrajne w jednym szeregu języczkowe (Ryc. 408). Jeżeli koszyczki takie są nielicznokwiatowe, to ich kwiaty języczkowe nie są wydłużone, n. p. u krwawnika (Ryc. 408, K) i cały kwiatostan robi wrażenie kwiatu. Korona złożonych bywa żółta, biała lub błękitna. W koszyczkach różnokwiatowych często korony środkowych kwiatów są żółte, a skrajnych białe.

Złożone są najliczniejszą rodziną roślin i spotykają się na całej powierzchni kuli ziemskiej.

**233. Rośliny pokrewne.** Ze złożonemi spokrewnione są szczeciowate (*Dipsaceae*); ich kwiaty są dwuwargowe, czteropręcikowe, także stojące w koszyczkach, ale każdy kwiat otoczony jest kieliszkiem (Ryc. 410), otaczającym owoc (Ryc. 411). Do tego pokrewieństwa należą i kozłkowate (*Valerianaceae*). Gatunki kozłka (*Valeriana*) mają kwiaty na pierwszy rzut oka grzbieciste, bo rurka korony tylko z jednej strony rozdęta jest w gardziel (Ryc. 412), ale z pomiędzy 5 pręcików tylko 3 są rozwinięte, z tych dwa stoją po jednej, a trzeci po drugiej stronie kwiatu.



Ryc. 412. Kwiat kozłka.



## PALEONTOLOGIA ROŚLIN.

**234. Skamieliny.** W skorupie ziemi, która bardzo powoli powstawała, znajdują się szczątki roślinne, zachowane w rozmaity sposób. Jedne są zwęglone i bywają tak dobrze zachowane, że można nawet przez mikroskop badać budowę ich łodyg, liści lub szyszek. W bursztynie utopione kawałeczki mchów, a nawet kwiaty, dają się rozpoznawać po należytem oszlifowaniu kawałków tej stwardniałej żywicy; częściej spotykamy odciski roślin.

Właściwe skamieliny roślinne znajdują się zwapnione lub skrzemienie w ten sposób, że węglan wapniowy lub krzemionka tak zastąpiły ich pierwotne, błonkowe ścianki, że można je szlifować i widzieć doskonale przez mikroskop ich złozenie anatomiczne.

Wogóle resztek tych zachowało się bardzo mało, a ich poszukiwania nawet w Europie nie są ukończone, w innych zaś częściach świata nieraz ledwo rozpoczęte tak, że na polu paleontologii roślin dużo pozostaje jeszcze do zrobienia.

Z tego jednak, co zostało dotąd odkryte i zbadane, wypływa, że w kolejno po sobie następujących warstwach ziemi występują rośliny, zaczynając od najprostszych, kolejno coraz bardziej złożone czyli doskonałe.

**235. Podział okresów na formacje.** Przypomnijmy sobie z geologii, że powierzchnia kuli ziemskiej ulegała następującym kolejnym zmianom:

- |                          |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| I. Okres azoiczny        | 1) formacja laurentyńska          |
|                          | 2) » churońska                    |
| II. Okres paleozoiczny   | 3) » kambryjska.                  |
|                          | 4) » sylurska.                    |
|                          | 5) » dewońska.                    |
|                          | 6) » węglowa (karbon).            |
|                          | 7) » dyasowa (permska).           |
| III. Okres mezozoiczny   | 8) » tryasowa.                    |
|                          | 9) » jurajska.                    |
|                          | 10) » kredowa.                    |
| IV. Okres trzeciorzędowy | 11) paleogenu (eocen i oligocen). |
|                          | 12) neogenu (miocen i pliocen).   |
|                          | 13) » pleistocenu (dyluvium).     |

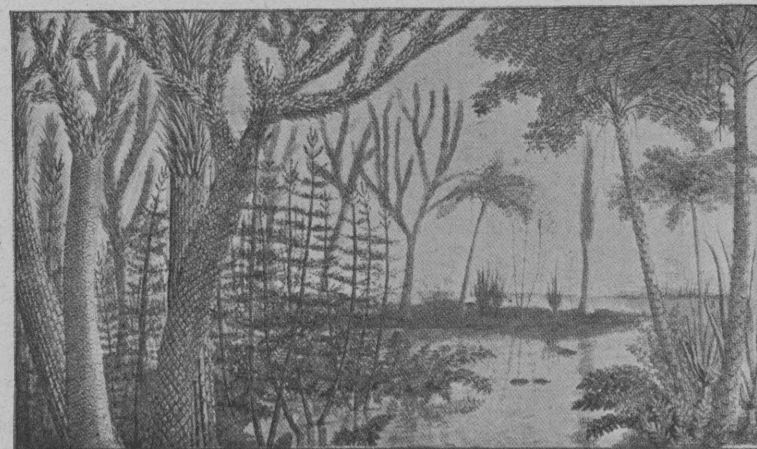
**236. Peryody roślinności ziemi.** Roślinność ziemi przechodziła przez następujące peryody:

**I. Peryod pierwotny z roślinnością glonów.** W formacjach pierwotnych właściwie nie spotyka się żadnych szczątków organicznych, zacho-

wanych w takim stanie, żeby je można było na pewno oznaczyć. Jednakże mamy prawo przypuszczać, że dno morskie, było już wówczas porośnięte glonami, bo zachowały się z tego czasu pokłady grafitu, który jest węglem i musiał powstać ze szczątków roślinnych.

**II. Peryod starożytny z roślinnością paproci.** W jednej z formacji tego peryodu, sylurskiej, znajdują się już odciski niewątpliwych glonów. W następnej dewońskiej występują pierwsze rośliny lądowe, należące do ziemnowodnych glonów, czy to, jak się zdaje, mszaków i innych rodniowców.

W formacji węglowej roślinność lądowa jest już niezmiernie bujna, zwłaszcza paprotniki występują w takim bogactwie form, w jakim dziś



Ryc. 413. Po lewej stronie Lepidodendrony (odpowiadające dzisiejszym widlakom), tuż obok nich Kalamity z gałęziami w okółkach (odpowiadające dzisiejszym skrzypom). Po prawej stronie trzy paprocie. W głębi, na pierwszym planie z liśćmi pionowymi Cordaites.

już nie istnieją. Drzewiaste paprocie i widlaki, oraz różnozarodnikowe, też drzewiaste skrzypy zarastały ląd ówczesny obok pierwszych nagozależkowych.

W ostatniej formacji dyasie, pojawiają się może pierwsze jednoliścienne.

**III. Peryod średni z roślinnością nagozależkowych.** W dolnym tryasie giną asterophyllity i pokrewne im rody, oraz lepidodendrony, występują zaś bujnie skrzypy. Kłozinowate i iglaste zaczynają przeważać nad rodniowcami naczyniowymi.

W formacji jurasowej pojawiają się palmy, a w kredowej pierwsze dwuliścienne.

**IV. Peryod nowszy z roślinnością lasów liściastych.** W pierwszym piętrze formacji trzeciorzędowej czyli w eocenie roślinność ziemi podobna

jest do flory kredowej. Charakter tej roślinności jest zwrotnikowy, podobny do tego, jaki się dziś w Hindostanie spotyka. Mirty, laury, palmy są pospolite, obok nich wiecznie zielone dęby, magnolie, klony, orzechy włoskie.

W drugim, t. j. neogenie, zaczynają się pojawiać rośliny właściwe strefom umiarkowanym tak, że charakter roślinności staje się podzwrotnikowy. Występują: platany, buki, wierzby, wiązy, bursztynowa sosna i różne sosny mające po 3 listki w pędach skróconych, oraz nagozależkowe z rodzajów *Sequoia* i *Taxodium*.

Co zaś najszczególniejsze, to to, że kiedy dziś taka flora podzwrotnikowa jest różną w Australii, Hindostanie, Europie i Ameryce, wówczas różne typy żyły z sobą wszędzie pomieszane i oczywiście później dopiero rozeszły się po tych różnych krainach, ustaliły w jednych, znikły w drugih.

V. Peryod nowy z roślinnością rozdzieloną na strefy, podobne do dzisiejszych. Wówczas klimat zwrotnikowy stawał się w Europie podzwrotnikowym, a następnie umiarkowanie gorącym. Wpływało to na zmianę roślinności w różnych szerokościach ziemi. Gwałtowną zmianę spowodowały epoki lodowe. Pod ich wpływem roślinność jeszcze bardziej się rozdzieliła, rośliny nieznoszące zimna schroniły się ku równikowi, znoszące lepiej zimno zajęły ich miejsce, przystosowując się do nowych warunków bytu. Rośliny begunowe były wtenczas pospolite w środkowej Europie i dopiero, skoro epoki lodowe minęły, cofnęły się na szczyty gór i stąd roślinność gór w wielu razach jest ta sama, co pod begunami. Ocieplenie się klimatu pozwoliło też znów roślinom stron cieplejszych wędrować ku górze.

Epoki lodowe spowodowały znaczne zmiany, zachodzą one i teraz pod wpływem działalności społeczeństw ludzkich na powierzchni ziemi. Znaczne przestrzenie ziemi zajęte są pod uprawę roślin hodowanych ze względu na pożytek, który dają, wobec czego mnóstwo roślin ginie, a wiele rochodzi się z emigracją po częściach świata, odciętych od siebie oceanami.

## GEOGRAFIA ROŚLIN.

**237. Czynniki rozsiedlenia roślin.** Ciepło i światło nie tylko nie są jednakowo rozdzielone na całej powierzchni kuli ziemskiej, ale i zmiany w ich natężeniu zależne od zmiany pór roku są różne w różnych odległościach od równika. Także i wilgotność powietrza, oraz ilość opadów atmosferycznych jest rozmaita na rozmaitych miejscach. A ponieważ to są najważ-

niejsze bodźce świata roślinnego, przeto naturalną jest rzeczą, że z powstaniem różnych klimatów nastąpił rozdział w rozmieszczeniu roślin na powierzchni ziemi. Naturalną jest też rzeczą, że te miejsca kuli ziemskiej, które mają podobne warunki klimatyczne, mają też i podobną roślinność. Klimat zaś zależy nie tylko od szerokości geograficznej danego miejsca. Wiele czynników składa się na to, między innymi bliskość lub oddalenie od morza.

Wielkie masy wód morskich, utrzymujące bardzo długo ciepło raz nabyte, ogrzewają powietrze, które znowu podtrzymuje łagodną temperaturę przyległych morzu lądów. Ciągłe parowanie wód morskich sprawia ponadto, że powietrze takich okolic bywa nasycone parą wodną, wskutek czego opady atmosferyczne są częste zarówno w ciągu letniej jak zimowej pory roku. Parowanie wody i ogrzanie powietrza potęguje się jeszcze wtenczas, kiedy około jakiegoś lądu przepływa prąd ciepły, zmierzający z okolic podzwrotnikowych ku begunowi, n. p. na wybrzeżach Europy prąd zatokowy, płynący z zatoki meksykańskiej ku Nowej Ziemi.

Jeżeli podczas zimowej pory roku sąsiedztwo morza podnosi ciepłotę i łagodzi klimat okolicy nadmorskiej, to przeciwnie podczas lata działanie upałów słonecznych zostaje zrównoważone chłodem wiejącym z nad sąsiednich wód morskich. W następstwie tego posiada kraina nadmorska w lecie przyjemny, niegorący, w zimie łagodny, ciepły klimat. Taki klimat nazywamy morskim, który w przeciwieństwie do klimatu lądowego, w którym z braku przytoczonych wpływów występuje rażąca różnica między ciepłotą lata a zimy.

Anglia, wysunięta o kilka stopni na północ od Krakowa, jest typowym krajem z morskim klimatem. Na pobrzeżach Anglii wytrzymuje mirt przez całą zimę na grządkach ogrodów, podczas gdy u nas gruby całun śniegu zakrył ziemię, a gwałtowne mrozy sprawiają pęknięcie pni grubych drzew leśnych. Klimat Anglii jest w porze zimowej taki, jak w Wenecji (+ 4°), ale zato w lecie winorośl wydaje owoce w okolicy Londynu tylko w cieplarniach, a klimat lata jest przeciętnie taki jak w Archangielsku (+ 16°).

W klimacie lądowym, który panuje na olbrzymich przestrzeniach środkowej i zachodniej Azji, w północnej Afryce różnice temperatury w porze letniej a zimowej są przeciwnie bardzo rażące. Okolice południowych pobrzeży jeziora Bajkańskiego w środkowej Azji posiadają w lecie klimat południowych Włoch (+ 24°), zima zaś jest tak ostra, jak na Spitzbergu. Jeszcze gwałtowniej występuje ta różnica w głębi Syberyi.

Dodajmy, że na przestrzeniach środkowej Azji i północnej Afryki deszcz podczas lata jest zjawiskiem bardzo wyjątkowym, a zrozumiemy, że lądy te przy olbrzymim upale i braku deszczu posiadają warunki



najmniej korzystne dla wzrostu roślin, nie też dziwnego, że są przeważnie pustyniami.

W rozmieszczeniu klimatu lądowego ważną rolę odgrywają także pasma gór i kierunek wiatrów w porze letniej i zimowej.

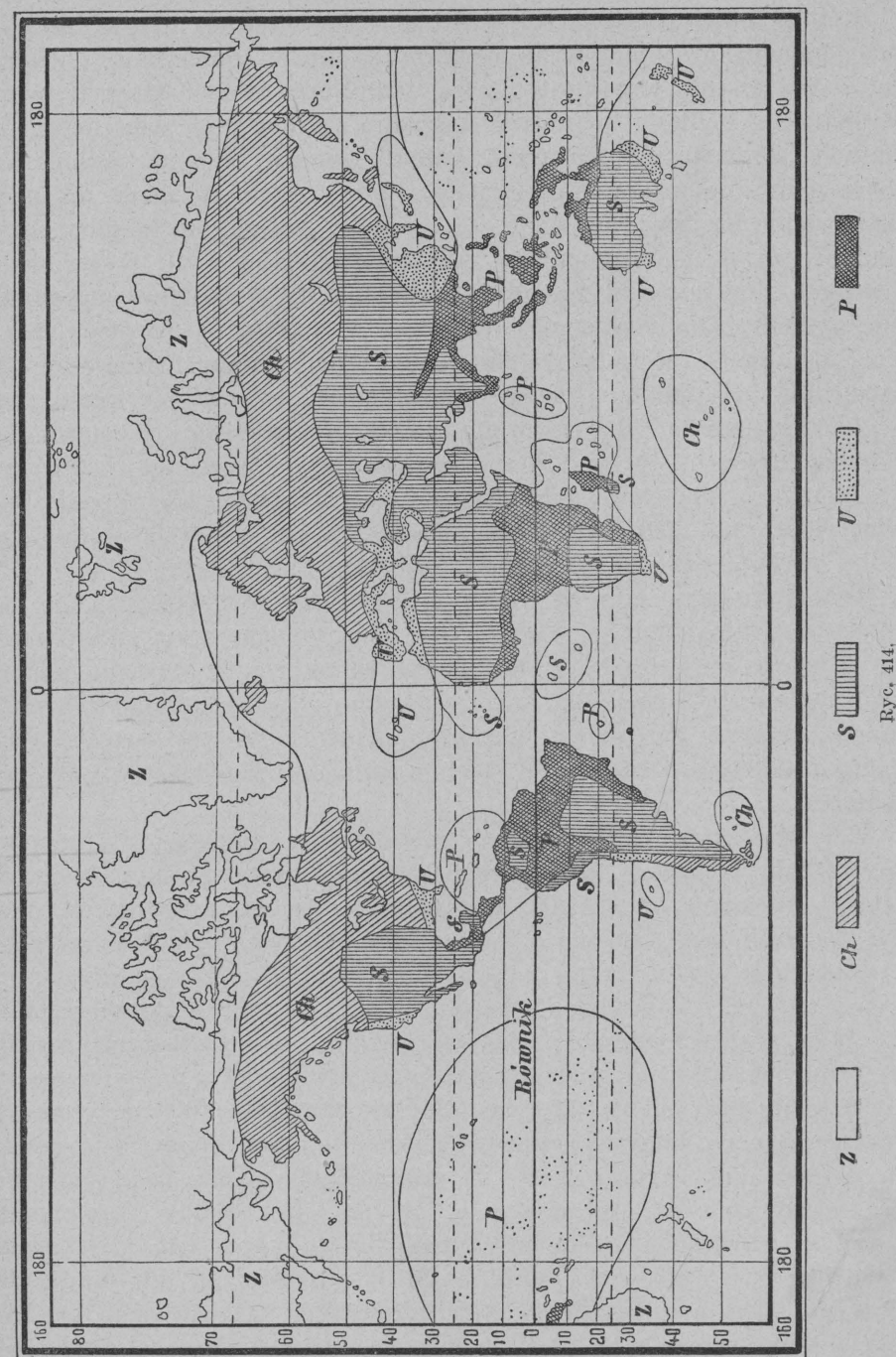
Oprócz tych czynników, na tej samej szerokości geograficznej, roślinność danego miejsca zależy i od jego wyniesienia nad poziom. Dlatego też roślinność zmienia się nie tylko w miarę posuwania się od równika ku biegunom, ale i w miarę podnoszenia się na szczyty gór tak, że wchodząc na Himalaje n. p. spotykamy kolejno podobnie różną roślinność, jak gdybyśmy jechali od stóp tych gór do krańców Syberii. Podobnie i w naszych Tatrach (Ryc. 194) naprzód znikają nam liściaste lasy, następnie iglaste bory, potem wszystkie drzewiaste rośliny wogóle, tak, że się znajdujemy tylko wśród bylin, które w jeszcze znaczniejszej wysokości giną. Wówczas z roślin widzimy tylko mchy, potem już tylko glony i porosty, a ten kolejny obraz jest podobnym do tego, jakibyśmy mieli, jadąc do Przylądka Północnego. Spostrzeglibyśmy wówczas, że pewne byliny naszych Tatr, jak n. p. *Ranunculus glacialis* (Tab. ryc. 9), *Arabis alpina*, *Silene acaulis* (Tab. ryc. 6), *Dryas octopetala*, *Saxifraga aizoides*, rosną na krańcach Europy na równinie.

Wreszcie sama natura gleby (Ryc. 203 i 204) danego miejsca zaznacza swój wpływ w rozmieszczeniu roślin. Biorąc za podstawę rozmieszczenia roślin na kuli ziemskiej różne stosunki ciepłoty oraz wilgotności, możemy rośliny rozdzielić na zimnorosty, chłodnorosty, ciepłorosty, suchorosty i parnorosty (Ryc. 414).

**238. Zimnorosty** (*Hekistothermae*) są rośliny zadawalające się najmniej ciepłem, żyjąc w podbiegunowych okolicach (Ryc. 414, Z), gdzie średnia ciepłota roczna nie dochodzi 0°, gdzie pora ciepła trwa zaledwie kilka miesięcy lub nawet tygodni, a przez resztę roku rośliny są pokryte śniegiem i lodem.

Ciepła potrzebnego do stopienia warstwy śniegu dostarcza przez przeciąg sześciu miesięcy co prawda niezachodzące, ale zawsze nisko nad poziomem kołujące słońce.

Drzewa wcale w tej krainie nie rosną. Krzewy zaś i byliny, przeważające tu, chroni przed zniszczeniem gruba powłoka śniegu. Wogóle rośliny spotykane w tych okolicach są zastosowane do wyzyskania w zupełności bardzo krótkiego okresu wegetacji. Krzewy nie tracą swych skórzastych liści na zimę, wskutek czego z pojawieniem się ciepła zaraz asymilują, kwitną i zaraz wydają owoce. Z roślin zielnych stanowią przewagę byliny, które z materiału zapasowego nagromadzonego w kłaczach mogą szybko wydawać liście, kwiaty i owoce (Tablica).



Rośliny takie spotykają się w Alpach poza granicą drzew (Tablica). Wśród zimnorostów drzew wcale niema, tylko niskie krzaczki, n. p. wierzba (Tablica ryc. 3) lub wrzosowatych, są charakterystyczne; główną roślinność stanowią byliny i to prawie wszystkie z kłaczami, zioła należą do wyjątków. Największą przestrzeń zajmują bagna pokryte roślinnością mchów i porostów, zwane tundrami, które ciągną się nieraz na przestrzeni wielu mil kwadratowych. Co do ilości gatunków, najuboższa to roślinność, za to ilość osobników jest znaczna. Niema tu wcale roślin uprawnych. Prócz roślin nasiennych znajdują się wyjątkowo paprotniki, liczne są mchy, ale zwykle nie owocujące, a z grzybów porosty. Pospolite są też glony. W morzu mnóstwo jest krasnorostów i brunatnic. Na śniegach zaś żyją niektóre zielenice jednokomórkowe (jak pierwotek), mające obok zieleni barwik czerwony (ale nie krasnorosty, bo barwik ten jest nierozpuszczalny w wodzie) i barwiące śnieg nieraz na przestrzeni mil całych i na głębokość paru metrów na czerwono, jak *Haematococcus lacustris* Rostf. lub żółto, jak *Chlamydomonas nivalis* Rostf. Spotykają się one i w Alpach, tworząc także śnieg czerwony czy żółty.

Roślinność taka, jaką się w krainie zimnorostów napotyka, nie ma dla człowieka bezpośredniej wartości; skromna i chuda pasza, jaką tworzą mchy i porosty na tundrach, wystarcza jednak na wyżywienie renów, których organizm zaspakając musi wszystkie potrzeby tamtejszych mieszkańców, którym w pobliżu pobraży morskich jeszcze nerpy i ryby morskie dostarczają pokarmu. W tych warunkach człowiek jest typowym mięsożercą.

**239. Chłodnorosty (*Mikrothermae*)** są to rośliny, które znoszą przerwę w rośnięciu (*vegetatio*), jaką sprawia zima, średnią ciepłotę roczną od 0—15°, a wymagają przez cały ciąg roku opadów atmosferycznych. Stanowią one roślinność zalegającą bardzo szerokim pasem północną półkole; na południowej zaś znajdują odpowiednie warunki tylko na zachodnim krańcu Ameryki i sąsiednich wyspach (Ryc. 414, Ch.). Ta powierzchnia ziemi była niegdyś pokryta iglastymi borami lub liściastymi lasami, które człowiek dziś już w znacznej części przetrzebił a przestrzenie po nich pozostałe zamienił na uprawne pola lub łąki. Lasy te i bory tem są charakterystyczne, że zwykle stanowi je jeden gatunek drzew, n. p. sosna, jodła, świerk, dąb, brzoza, grab. W lasach tych niema wcale pnączy. Charakterystyczne dla roślinności tej są też łąki, wielkie przestrzenie przeważnie trawiastymi roślinami porośłe, które przez całą porę ciepłą się zielenią. Ziół jest wiele, bylin dosyć i to przeważnie kłaczowatych. Tu występują przeważnie rodziny gwoździkowatych, jaskrowatych, krzyżowych i pierwiosnkowatych. Rośliny uprawne znamy wszyscy dobrze; są

to nasze zboża, rośliny strąkowe, drzewa owocowe, ziemniaki, kapusta, len, konopie i t. d., a ku południowi i winorośl, kukurydza, tytoń. Ilość rodniovców i glonów jest tu większa, niż wśród zimnorostów; grzybów może nigdzie więcej niema.

Kraina chłodnorostów bardzo się nadała do osiedlania się człowieka. Nieprzebyte bory i ostry zimowy klimat sprawiły jednak, że ród ludzki dopiero po zapełnieniu dogodniejszych obszarów w ciepłym klimacie począł wciskać się w bory, trzebić je i zaludniać powoli. Dlatego to kultura narodów te przestrzenie zamieszkujących dopiero w ostatnich stuleciach się rozwinęła, a postępując szybkim krokiem naprzód, przewyższyła w wielu działach kulturę starszą narodów południowych. Przyczyny tego zjawiska należy szukać w osiadłym, spokojnym trybie życia, który znowu jest następstwem hodowli zbóż i wielu innych roślin uprawnych i różnych gatunków bydła domowego. Hodowla zniewoliła człowieka do życia osiadłego, które pozwala oddawać się spokojnie nauce i sztuce. W tej krainie człowiek żywi się pokarmem mieszanym.

**240. Ciepłorosty (*Mesothermae*)** zajmują przestrzenie łądów nad morzami zamkniętymi okolic ciepłszych — zawsze jednak poza zwrotnikami — gdzie znaczna ilość wyparowanej wody morza dostarcza wilgoci pobrzeżom, jak pobraża morza Śródziemnego i Czarnego. Miejscami przyczyniają się jeszcze do tego ciepłe prądy morskie, jak w okolicy zatoki Meksykańskiej, lub w okolicy Morza Żółtego, gdzie znaczny obszar Chin, Mandżuryi, Korea i wyspa Nipon posiadają florę ciepłorostów. Mogą też wpływać na pobraża same prądy morskie ciepłe, jak w południowej Australii, w północnej Kalifornii i w Chili (Ryc. 414, U).

Obszary te, posiadające klimat latem ciepły, zimą łagodny, w prastarych czasach już zaludnione, i już przed naszą erą były siedliskiem kultury i cywilizacyi, czego w Azji wschodniej wybitnym przykładem są Chiny, nad morzem Śródziemnem zaś starożytna Grecya i Rzym.

Ciepłorosty wymagają warunków podobnych jak chłodnorosty, ale roczna ciepłota krain, które zamieszkują, wynosi 15—20°, a deszcze padają przeważnie zimą lub rzadziej (Chiny, Floryda) latem. Spotykają się na niewielu miejscach ziemi, zajmując pobraża morza Śródziemnego, Chiny z Japonią, Nową Zelandyę, dwa krańce południowe Australii, kawałeczek zachodnio-południowej Ameryki, część Kalifornii i Florydę (Ryc. 414, U). Lasy przeważnie są złożone z drzew wiecznie zielonych, między którymi tylko w północnej Ameryce spotykają się iglaste. Ziół jest dość, bylin dużo, i to najwięcej kłaczowatych, choć i cebulastych znacznie więcej, niż wśród chłodnorostów. Łąk już niema, ale przestrzenie porośłe często kolczastymi, wiecznie zielonymi krzakami, które w południowej Europie nazywają



»macchie«. Tu występują przeważnie rodziny: liliowatych, amarylkowatych, kosaćcowatych, makowatych, posłonkowatych, bodziszkwatych, szczawikowatych, aromatycznych, wrzosowatych, wargowych. Z roślin uprawiają się i te, które hoduja się wśród chłodnorostów, i niektóre z parnorostów, jak ryż, bawełna, trzcina cukrowa; tu rosną wyłącznie oliwa i herbata, a przeważnie kasztan słodki, cytryny, pomarańcze, kukurydza, tytoń.

**241. Suchorosty** (*Xerophytae*). Jeżeli w okolicach z klimatem morskim częste deszcze wobec łagodnej temperatury lata i zimy podtrzymują ciągłą wegetację, to w klimacie lądowym, do którego obecnie przychodzimy, niezwykle upały podczas lata w połączeniu z zupełnym brakiem opadów atmosferycznych w ciągu cieplej pory roku wywołują zanik wegetacji w krainie suchorostów. W chłodniejszych częściach tej krainy spadają w zimie obfite śniegi, n. p. w południowej Europie, zachodniej Azji, które nasycają na wiosnę ziemię wilgocią, wystarczającą do podtrzymania wegetacji przez kilka miesięcy (od kwietnia do czerwca). Te obszary stanowią krainę stepową. O ile jednak kraina suchorostów przypada pod zwrotnikami, n. p. zagłębie północnej Afryki, gdzie podczas zimy tylko przy brzegach pustyni miejscami deszcze padają, tam cały obszar przemienia się na pustynię.

W takich lądach tylko przez nawadnianie staje się możliwa hodowla roślin i osiedlanie się człowieka, czego przykładem może być starożytna Mezopotamia. Obecnie bowiem w krainach takich zamieszkują tylko plemiona nomadyczne. Jeżeli zaliczymy do suchorostów i rośliny pustyni, zajmują bardzo znaczne przestrzenie ziemi (Ryc. 414, S), już bez opadów atmosferycznych, już przynajmniej ubogich w deszcze, pozbawione lasów, które występują tylko na brzegach rzek lub w górach i są różnego złożenia, stosownie do ciepłoty danego miejsca. Drzewa właściwych suchorostów tracą liście podczas najsuchszej pory roku. Mnóstwo tu jest krzewów, zwłaszcza koleczastych, o drobnych liściach. Wogóle pod wpływem suchego klimatu listowie słabo jest rozwinięte, albo staje się soczyste, albo sztywne liście pokrywa naskórek z bardzo grubym nabłonkiem, albo włosy i gruczoły z olejkami aromatycznymi chronią je od skwarów. Wśród bylin cebule są najpospolitsze. Z pnączy dyniowate, a z narostów gązewninkowate (*Loranthus*) są charakterystyczne. Tu spotykają się też stepy, podobne do łąk ze złożenia, ale przez kilka tylko miesięcy rostujące, a potem pozostające w letargu i całkiem spalone, brunatne. Tu występują przeważnie drzewiaste liliowate (*Yucca, Agave, Kingia*), komosowate i kaktusy. Z roślin uprawnych stosownie do klimatu danego miejsca hoduja się różne bardzo rośliny.

**242. Parnorosty** (*Hygromegathermae*). Rozpowszechnione jest mniemanie, że w okolicy równika panują wielkie upały, a deszcz pada bardzo rzadko. To zapatrywanie jest całkiem mylne. Rzut oka na kulę ziemską dowodzi że przestrzenie około równika położone pokryte są przeważnie wodami mórz: oceanu Spokojnego, Indyjskiego, Atlantyckiego; z lądów tylko środkowa Afryka, południowe kończyny Azji, wyspy Sunda i południowa Ameryka przypadają pod równik. Olbrzymia ilość ciepła słonecznego, którą woda, pionowo z góry ogrzewana, chłonie pod równikiem, wywołuje szybkie parowanie na powierzchni mórz. Powietrze przesycane parą wodną, skupiającą się w wyższych, chłodnych warstwach atmosfery w ciężkie chmury, z których wybucha co dnia gwałtowna ulewa połączona z grzmotami. Jak tylko z rana słońce wzniesie się do pewnej wysokości podczas której parowanie wody morskiej wydało chmury n. p. około ósmej rano, rozpoczyna się ulewa i trwa do południa. Sam wieczór, cała noc i ranek są całkiem pogodne. Deszcze takie pojawiają się wtenczas, kiedy słońce stoi w zenicie, a trwają jeszcze długo po przejściu słońca przez zenit i zwiąż się deszczami zenitowymi.

Na równiku deszcze zenitowe występują dwa razy w ciągu roku, pod zwrotnikami raz na rok.

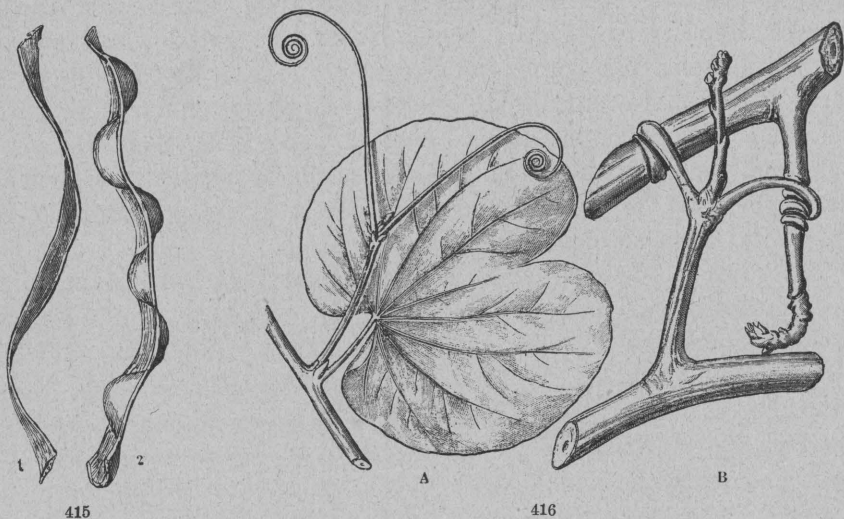
Cała środkowa Afryka, południowa Azja, Ameryka południowa w swej północnej części są nawiedzane przez takie deszcze, posiadają przeto klimat parny, powietrze duszne i gorące. W takich warunkach wytwarza się w wodzie i gruncie wilgotnym, zwłaszcza miejscach nieczysto utrzymanych wielka ilość zarazków chorobotwórczych. To też w krainie parnorostów różne zaraźliwe choroby jak: febra żółta, malarya, dżuma, cholera zależne od bakterii zbierają w ludziach najobfitsze żniwo.

W krainie parnorostów jest człowiek prawie wyłącznie roślinożernym w pewnych okolicach banan lub owoce chlebowego drzewa starczą mu za całe pożywienie.

Parnorosty potrzebują znacznego ciepła, bo średniej ciepłoty wyższej nad 20°, wraz ze znaczną wilgocią; zajmują one znaczne części Ameryki południowej, środkowej Afryki, południowej Azji i archipelagi Oceanu Spokojnego (Ryc. 414, P), tworząc najwspanialszą, bujną roślinność. Lasy są złożone z drzew bardzo różnych, a tak licznych gatunków, że trzeba nieraz przejść i mil parę, żeby znaleźć dwa tego samego gatunku. Drzewa te są różnych wysokości: niskie, wyższe, wysokie i bardzo wysoko ponad inne strzelające niektóre palmy; stąd poziom górny tych drzew może dochodzić czworakiej wysokości i zdala las taki wygląda niekiedy jak pasmo gór. Wśród tych drzew wiecznie zielone wawrzynowate są najwybitniejsze. Stoją one gęsto i tworzą taki cień, że na podściółce nic prawie nie rośnie

oprócz grzybów i takich bezzieleniowych roślin jak nasza korzeniówka (126).

Charakterystycznymi roślinami tych lasów są pnącza (liany). Są to rośliny o łodygach zdrewniałych często staśmionych i naprzemianlegle (od węzła do węzła) wypukłych (Ryc. 415) co im daje większą wytrzymałość. Wspinają się one w górę, często z pomocą tęgich, drewniejących wąsów (Ryc. 416) lub zapomocą korzeni przybyszowych (Ryc. 157), rosna szybko ku górze, a skoro wyjdą na światło, ponad drzewo, które stanowiło ich podporę, bujnie się rozrastają. Tam na świetle rozwijają swoje listowie, kradnąc światło swej podporze, czem ją nieraz o śmierć głodową przyprowadzają.



Ryc. 415. Staśmione łodygi pnączy z rodzaju Bauhinia.  
Ryc. 416. A liść z młodym wąsem, B zdrewniałe wąsy z Bauhinii.

W krainach tych niema »kwiatów« w tem znaczeniu, jak my to zwykliśmy rozumieć, to jest bylin lub ziół pięknie kwitnących. Tylko na krajach lasów między narostami (Ryc. 156) widać je na pierwszy rzut oka. Narosty, do których należą zwłaszcza paprocie, storczyki, ananasowate, obrazkowate i pieprzowate, są obok pnączy drugą charakterystyczną cechą roślinności podzwrotnikowej.

Z wybitnych roślin występują tu: palmy, wonnorośle, warzynowate, i marzanowate. Stąd pochodzą prócz palm, maniok, trzcina cukrowa, ryż, sorgo, drzewo chlebowe, kawa, kakao, banan, imbir, bawełna, juta, goździki, cynamon i kamfora. Największa też tu obfitość paproci i wogóle rodniovców.

Z korzeni manioka otrzymujemy sago - w podobny sposób jak brzochnię.

## SPIS NAZW.

**A**caria 85 achillea 91 achlya 13, 14, 15 aconitum 152, 153 acorus 123, 162 actaea 148, 150, 152 adansonia 142 adonis 152 aeranthus 70, 100 agaricus 21 agawa 141 agave 194 agrest 58, 134 ajuga 87, 184 akacya 58, 63, 72, 73, 94, 180 prawdziwa akacya 120 alchemilla 58, 75 alectorolophus 96 alisma 166 allium 88 alnus 169 ampelopsis 82, 83 ananas 133 anastatica 136 androsace 91 anemone 120, 148, 149, 153 angelica 142 anthoxantum 164 antirrhinum 182 aquilegia 151, 152 arabis 190 arachis 137 arcyria 30 aristolochia 126, 171 artemisia 91 arum 162 asarum 171, 172 asfodel 160 aspergillus 20 asphodelus 160 aspidium 42, 43 aster 185 atragene 148, 150, 153 atropa 182 avena 118, 137 azalia 122.

**B**abka 78, 119, 146 babka wodna 166 bacillus 32, 33 bacterium 33 banan 196 banksya 135 baobab 142 barwinek 181 batrachium 148, 149, 152 bauhinia 196 bawełna 135, 176, 194, 196 beggiatoa 34 begonia 89 berberys 23, 24, 62, 99, 155 betula 169 bez aptekarski 76 białodrzew 92 bidens 138 bluszcz 68, 73, 83 bławatek 116, 127, 180, 185 bniec 173 boletus 21 borowik 20, 21, 22, 29 borówka 123, 125, 128 botrichium 42 bób 93, 94, 98 bratek 120, 129, 175, 176 brukiew 70 brzoskwinia 138 brzoza 58, 113, 137, 169, 192 buk 78, 86, 92, 93, 169, 170, 188 bulwy 86, 87 burak 70, 74 bylica 185.

**C**acalia 100 calla 112, 162 calladium 67, 162 calluna 180 calothrix 33 caltha 121, 151, 152 campanula 91 canna 141 cantharellus 22 capsella 175 cardamine 175 carex 165 carlina 113 carmichelia 83 carpinus 170 caulerpa 12 cebula 88 cecropia 144 cekropka 143, 144, 170 ceratozamia 103 cetraria 27 chara 36 chelidonium 174 chiloscypus 37 chionyphe 27 chlamydomonos 192 chmiel 59, 82, 170 chrzan 175 cimicifuga 150, 152 cis 107, 136, 142 cladonia 27 claviceps 20 clematis 148, 149, 153 clostridium 34 cola 177 colchicum 159, 160, 161 colletia 83 comarum 120 conium 178 convolvulus 80 cordaites 187 cordyceps 26 corydalis 168, 174 corylus 170 corypha 142 crocus 79 cuscuta 96 cycas 103, 104 cycloloma 136, 137 cykas 105 cykorya 122, 184, 185 cynamon 196 cynoglossum 135 cytryna 194 czarnuszka 121, 151, 152, 154 czemiernik 121, 151, 152 czeremcha 76 czermień 112, 162 czerniec 148, 150, 154, 155 czulek 63, 99 czyściec 120.



**D**aktyl 134, 141 dąb 29, 58, 68, 78, 93, 131, 170, 188, 192 dąbrówka 87 delphinium 152, 153 dianthus 91 dionea 93 dracaena 161 drosera 94, 95 drożdże 25, 26 dryas 190 drzewo chlebowe 196 drzewo oliwne 181 dynmica 174 dynia 61, 139 dziędzierzawa 182 dziewanna 183 dziewięsił 113 dziurawiec 176.

**E**cballium 133, 134 echium 142 elaphomyces 29 empuza 27 equisetum 44 erodium 137 erythraea 181 eucalyptus 74, 75 euphorbia 177, 178 euphrasia 96, 101 euphorbia 100.

**F**agus 92, 170 fasola 59, 64, 90 festuca 164, 165 ficaria 88, 148, 152, 166 ficus 83, 85 figa 132, 133, 170 fikus 83, 84, 85 filodendron 77, 162, 163 fiołek 129, 132, 133, 137, 175, 176 fontinalis 40 fuksya 75, 122 fumararia 174.

**G**aleopsis 184 galium 135 genista 94 gentiana 91 geranium 177 geum 135 gladiolus 81 gleocapsa 31 głóg 58 gniazdosz 92, 93, 167 gniewosz 133, 134, 177 gorczyca 139 goździki 196 grab 170, 192 groch 61, 62, 132, 138, 179, 180 groch leśny 94 grusza 23, 25, 115, 125 gruszyca 128, 180 gwoździak 120 grzyb domowy 27 grzybień 155 grzyb jeleni 29.

**H**aematococcus 86, 192 helleborus 151, 152 helianthemum 87 heliantus 86, 87 hepatica 148, 149, 153 herbata 176, 194 hevea 178 hieracium 87, 88 hippuris 71 hyacynth 57, 72, 80, 160 hydrocharis 166 hyoseyamus 78 hypericum 176 hypnum 39.

**I**glica 137 imbir 196 impatiens 177 iris 161 isoetes 45, 46 isopyrum 152.

**J**abłoń 125 jałowiec 23, 107 janowiec 94 jarzębina 58 jaskier 121, 148, 151 jasnota 129 jaślinek 181 jemiola 96, 97, 134, 171 jesion 137, 181 jeziora 100, 117 jeżyna 59 jęczmień 140, 164 jęczmica 42 jodła 71, 86, 106, 192 juta 196.

**K**aczyniec 121 kakao 177, 196 kaktus 84, 100, 194 kalamit 187 kalina 116 kamelia 89 kamfora 196 kaniańka 96, 97 kapusta 175, 193 karpiele 70 karuba 180 kasztan 73 kasztan dziki 71, 72 kasztan słodki 90, 194 kawa 196 kingia 194 kleszczowina 178 klon 58, 137, 188 knieć 151, 152 kokornak 126, 128, 171 kokorycz 174 kokoryczka 160 kola 177 konieczyna 80, 94, 146 konopie 146, 170, 193 konwalia 81, 159 konwalijka 51 koper 132 kopytnik 171 korzeniówka 92, 93, 94 kosaciec 78, 79, 81, 161 kosodrzewina 85 kosówka 86 kotewka 69, 100 kozłek 185 kropidlak 20 krówka 79 krwawnica 125 krwawnik 184, 185 krwotoczek 86 kukurydza 68, 89, 142, 165, 193, 194.

**L**actuca 73 lak 132, 175 lamium 87, 124, 129 laur 188 laury 155 lecanora 27 lemna 100 len 129, 130, 132, 133, 138, 139, 168, 177, 193 leniec 96, 97, 171 lepidodendron 187 leptothrix 33 lessonia 12 leszczyna 113, 170 lilak 77 lilia 56, 80, 121, 159 lilia wodna 100 linaria 119 lipa 50, 58, 114, 129, 130, 136, 137 lisica 20, 22 listera 92 lnica 119 loranthus 194 lucerna 97 lulek 78, 133, 182 lupinus 93 lycoperdon 21 lycodium 45.

**Ł**ubin 93, 94.

**M**acierzanka 84 macrocystis 12 magnolia 114, 155, 188 majanthemum 51 mak 121, 130, 133, 174 mak polny 145, 146 malina 132, 178, 179 malwa 176 maniok 196 marcgravia 122 marchew 70, 116, 178 marsylia 47

melampyrum 96, 116, 135 melandryum 172, 173 melilotus 180 merulius 27 micrococcus 32, 33 mieczyk 81 mięta 183 migdał 140 mialek 152, 153 mimoza 180 mirt 188, 189 mlecz 185 mniszek 79, 80 mnium 38 monotropa 92 monstera 77 morchella 18 morwa 131, 170 mucholówka 93, 95 muchomor 14, 20, 29 mucor 15, 16, 142 murz 23 muszec 173 myosurus 152, 153 mysiorek 152, 153.

**N**aias 117 narcyz 161 nastureya 135, 177 neottia 92 nepenthes 95, 176 niecierpek 177 niedośpialek 87, 88 niezapominajka 78, 184, nigella 151, 152 nostoc 31, 32 nostryk 180 nuphar 88 nymphaea 100.

**O**brázky 162, 163 oenothera 168 ośli ogórek 133, 134 ogórki 138 oleander 181 oliwa 194 olsza 169 opieńka 20, 21, 22, 27 oponka 31 opuncya 84 orchis 166, 167 origanum 184 orlik 121, 151, 152, 154 ornithogalum 160 orobus 94 orobanche 96, 98 orzacha 137 włoski orzech 29, 134, 146, 188 oset 80, 136, 184, 185 ostrożki 152, 153, 154 owies 86, 164, 165 owsik 137 oxalis 125, 134.

**P**alma kokosowa 136 papaver 174 paprotka 42, 92 pchlica 150 pelli 35, 37 pełnik 121, 151, 152 pełzatka 12 penicillium 20 perz 81 pędzlak 20 philodendron 70 phlomis 184 phyllanthus 83 phytophthora 16 pieczarka 14, 20, 21 pierwotek 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 66, 192 pierwiosnek 125, 129, 146, 180 pilularia 47 pinnularia 13 pinus 85, 105 pirola 128 piwonia 121, 150, 154, 155 plantago 119, 146 platan 188 pleśniak 15 płonnik 40 pływacz 96, 100 podejrzon 42 pokrzywa 170 martwa pokrzywa 87, 122, 124, 125, 128 polygonum 79, 171 polypodium 42 polyporus 15 polytrichum 40, 41, 59 pomarańcza 139, 194 pomidor 112 pomidory 182 popłun 67 populus 92, 168 porzeczka 78 powoik 80 powojnica 148, 150 powojnik 148, 149, 155 poziomka 87, 88, 131, 133, 179 przelaszczka 148, 149 primula 91 proso 164 protococcus 1 przywrotnik 58, 75 przetarnik 183 psinka 182 pszenica 23, 24, 60, 66, 138, 164, 165 pszeniec 96, 116, 135 pszonka 88, 148, 166 puccinia 24 pulsatilla 121, 148, 149, 153 purchawka 21.

**Q**uercus 170.

**R**abarbar 67 rafflesia 97 raflesia 97, 171 ramienica 36, 37 ranunculus 148, 152, 190 rdest 171 rdza 20, 27 rezeda 176 rheum 67 rhizophora 68 rododendron 91 ricinus 178 robinia 73 rosiczka 176 rosites 144 rośnik 90, 94, 95 rozplaszczka 45 róża 58, 59, 114, 121, 131, 146, 147, 178 róża jerychońska 137 rumex 118 rumianek 116, 185 ruta 99 rutewka 153, 154, 155 rydz 14, 20 rypina 45 ryż 164, 165, 194, 196 rzepa 70 rzepak 66 rzerzucha 175 rzęsa 66, 87, 100 rzęsa wodna 116 rzodkiew 132.

**S**accharomyces 25, 26 sagittaria 88 salix 168 salwinia 47 salwinia 47, 87, 100 sałata 73, 185 sambucus 76 sarcina 33 sarothamnus 179 sanka 121, 137, 148, 149 saxifraga 190 scabiosa 184 scolopendrium 42 scybalium 98, 171 selaginella 45, 46, 47 sequoia 188 siarnica 34 siedempalecznik 120 silene 91, 190 skrzyp 44, 45, 92 słonecznik 23, 53, 62, 72, 78 sorgo 165 sorgo 196 sosna 66, 77, 100, 103, 104, 105, 106, 108, 192 bursztynowa sosna 188 smardz 17, 18 smokowiec 161 sphagnum 38 spirillum 33 spirochaete 33 spirogyra 10 sporysz 17, 18, 19, 20, 27 stachys 120 stellaria 172 stemonitis 30 stokrotka 185 storczyk 92, 111, 166 syringa 77 szalwia 183 szafran 79, 80, 81, 161 szczaw 118, 129, 130, 136, 137, 168, 171 szczawik 63, 125, 129, 134 szeleżnik 96 szparag 159, 160.

**Ś**laz 55, 111, 126, 132, 176 śliwa 58, 134, 146, 147, 179 śniec 20, 23, 24, 27 świerk 68, 77, 86, 192 świetlik 96, 101.

**T**araxacum 79, 80 tarnina 77 tasznik 175 tatarak 81, 100, 123 tarka 125, 162, 171 taxodium 188 thalictrum 153 thea 176 theobroma 177 thesium 96, 97 tilletia 23, 24 tojad 121, 152, 153 tonka 164 topola 58, 71, 113, 168, 169 torfowiec 90 trapa 69 trollius 151, 152 tropaeolum 135, 177 trufla 17, 18, 29, 93 trzcina cukrowa 57, 164, 194, 196 trzęsido 31 tuber 18 tumber 107, 108 turzyca 92, 165 tymianek 98 tysiącznik 181 tytoń 182, 193, 199.

**U**czep 138 ulmus 170 ulothrix 9 urvillea 12 ustilago 23, 24 uszyca 88 utricularia 96, 100.

**V**accinium 123 valeriana 185 valisneria 117 vaucheria 11, 142 veronica 183 vibro 33 viola 137, 175 viscum 97.

**W**alisneria 117, 166 wdówki 87 welwiczia 107, 108 weszka 178 wiąz 137, 170, 188 widlak 45 wierzba 52, 85, 120, 138, 146, 147, 152, 168, 169, 188, 192 wiesiołek 168 wiktorya 173 wilczomlec 100 dzikie wino 82, 83 winorośl 189, 196 wiśnia 78, 115, 134, 178, 179, włosienicznik 148, 149 woszeria 11 wrzos 125, 180 wstężnica 9, 10, 59 wyka 58, 94 wyżlin 182.

**Y**ucca 194.

**Z**araza 96, 98 zaraza ziemniaczana 15, 16, 17 zanokcica 43 zawilec 115, 120, 148, 149 zdrojówka 152 ziarnopłon 148 jaskółcze ziele 55 ziemniak 61, 81, 193 zimowit 159, 160 złotnik 174 zostera 117.

**Ż**abiściek 166 żagiew 15, 21 żyto 17, 18, 19, 20, 81, 138, 165.

