

KDN., 15. 10. 1. 53, 20.000

Dr. JANUARY KOŁODZIEJCZYK

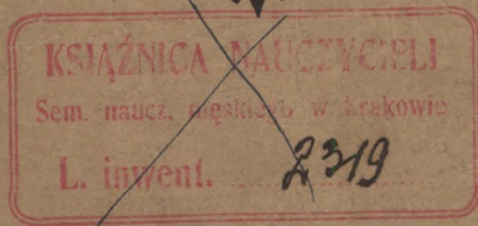
BOTANIKA

DLA SEMINARJÓW NAUCZYCIELSKICH

CZĘŚĆ I

ROŚLINY KWIATOWE

Z 239 RYSUNKAMI



WYDAWNICTWO M. ARCTA W WARSZAWIE

OKAZOWY

BOTANIKA

BIOLOGJA

DLA SEMINARJÓW NAUCZYCIELSKICH I SZKÓŁ ZAWODOWYCH

BOTANIKA

CZ. I. ROŚLINY KWIATOWE

CZ. II. ROŚLINY ZARODNIKOWE

Opracował DR. JANUARY KOŁODZIEJCZYK

CZ. III. FIZJOLOGJA ROŚLIN

Opracował TADEUSZ KOŁODZIEJCZYK

ZOOLOGJA

CZ. I. KRĘGOWCE

CZ. II. BEZKRĘGOWE

Opracował JANUSZ DOMANIEWSKI

WYDAWNICTWO M. ARCTA W WARSZAWIE

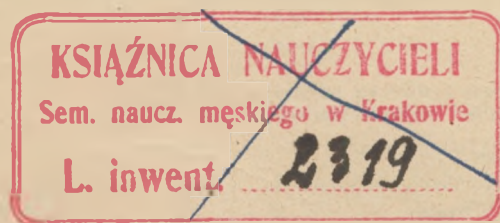
Dr. JANUARY KOŁODZIEJCZYK

BOTANIKA

CZĘŚĆ I

ROŚLINY KWIATOWE

Z 239 RYSUNKAMI



1 9 3 1

WYDAWNICTWO M. ARCTA W WARSZAWIE



3022/pd

DRUKARNIA ZAKŁADÓW WYDAWNICZYCH
M. ARCT, SP. AEC. W WARSZAWIE,
CZERNIAKOWSKA 225

UP - Kraków BG



1050189740

2182

S P I S R Z E C Z Y

1.	*Rodzina:	jaskrowate	.	150
2.	"	pierwiosnkowate	.	155
3.	"	bukowate	.	158
4.	"	wierzbowate	.	160
5.	"	krzyżowe	.	161
6.	"	makowate	.	164
7.	"	różowate	.	166
8.	"	motylkowate	.	172

9.	Rodzina	rdestowate . .	177
10.	"	pokrzywowe .	178
11.	"	komosowe .	180
12.	"	goździkowe .	181
13.	"	fiolkowe .	184
14.	"	ślazowe .	187
15.	"	lipowe .	189
16.	"	bodziszkowe .	191
17.	"	wiesiolkowe .	193
18.	"	baldaszkowe .	195
19.	"	wrzosowe .	198
20.	"	wargowe .	200
21.	"	szorstkoliste .	203
22.	"	trędownikowe .	205
23.	"	psiankowe .	207

24.	Rodzina	dzwonkowe .	209
25.	"	złożone . .	211

B. Klasa: jednoliścienne.

26.	Rodzina	kosaćcowe . .	217
27.	"	trawy . . .	220
28.	"	turzycowe . .	228
29.	"	storczykowe .	229
30.	"	palmy . . .	232

Zagadnienie systematyki roślin i jego historia	234
---	-----

Rozsiewanie owoców i nasion. Rozmieszczenie roślin na kuli ziemskiej . . .	239
--	-----

P R Z E D M O W A

Podręcznik niniejszy został opracowany przedewszystkiem dla słuchaczy I kursu Seminarjum Nauczycielskiego z uwzględnieniem materiału, podanego w programie.

Staraniem mojem było dać w pewnym określonym zakresie całokształt wiadomości o roślinach kwiatowych; świadomie unikałem zagadnień jaskrawych, zwłaszcza dotyczących się przystosowań; dążeniem mojem było dać całokształt wiadomości botanicznych, opierając się na roślinach przeciętnych, pospolitych lub mających znaczenie gospodarcze, przyczem ilość tych roślin ograniczyłem jak mogłem; stąd jedne i te same gatunki roślin powtarzają się bardzo często.

Ze względu na zakres, obejmujący więcej materiału, niż podręczniki dla szkół średnich, podręcznik ten wraz z przygotowanym tomem II może być używany przez słuchaczy szkół zawodowych, a także może służyć jako podręcznik wstępny dla słuchaczy, poświęcających się studjom przyrodniczym.

Główną uwagę zwróciłem na stronę rozwojową roślin, przyczem starałem się zawsze dawać całokształt rozwojowy danej rośliny w zależności od warunków klimatycznych; również dałem przegląd najważniejszych skupień roślinnych, jak łąki, stepy, rośliny wodne, leśne i inne. Fizjologia jest traktowana bardzo pobieżnie; omówiłem tylko zagadnienia niezbędne; natomiast dokładniej fizjologia uwzględniona będzie w tomie III.

Główny nacisk przy opracowywaniu niniejszego podręcznika kładłem na obserwacje i ćwiczenia; prawie cały podręcznik może być przerobiony na materiale łatwo dostępnym; pozostałe zaś zagadnienia, jak np. roślinność podzwrotnikowa, górską, zapylenie, rozsiewanie nasion, mogą być omawiane w postaci pogadek lub samodzielnych opracowań podług przytoczonej literatury. W podręczniku, który ma raczej charakter teoretyczny, trudno, oczywiście, omawiać dokładnie metodykę ćwiczeń; studjujący lub kierujący ćwiczeniami nauczyciel znajdzie metodykę w podręcznikach specjalnie poświęconych ćwiczeniom, jak Czartkowskiego, Strassburgera i autora niniejszego podręcznika. Wogóle studjowanie podręcznika, który nas wprowadza w zagadnienia przyrodnicze, ma tylko wtedy sens, jeżeli jest uzupełnione obserwacją lub opisem na materiale żywym a w braku żywego na materiale zasuszonym; niekiedy nawet, jak np. przy omawianiu roz-

woju zawilca, należy się posługiwać prócz materiału żywego, przedstawiającego jedną fazę rozwojową i materiałem zasuszonym, który w odpowiedniej ilości powinno posiadać muzeum szkolne.

Najwięcej trudności przedstawia przy opracowywaniu podręczników botaniki systematyka roślin, głównie pytanie, na jakim systemie najlepiej się oprzeć. Pytanie to rozwiązałem w ten sposób, że przy omawianiu w części III-ej roślin zwłaszcza pierwszych nie trzymałem się jakiegoś systemu roślinnego, ale raczej uwzględniałem ich kolejność występowania wiosennego; okazało się to możliwe tylko przy omawianiu pierwszych roślin wiosennych; w późniejszych trudno się było oprzeć i na tem, to też trzymałem się mniej więcej systemu Wettsteina, przyjętego we „Florze polskiej” i w „Roślinach polskich”. Natomiast układ systematyczny przedstawiłem jako zagadnienie z uwzględnieniem w ogólnym zarysie jego rysów historycznych.

Podobnie jak i w moich ćwiczeniach morfologii kwiatów, do poznania budowy kwiatów wybrałem kwiat tulipana; wybór ten wydaje mi się praktycznym z rozmaitych względów; przedewszystkiem kwiat tulipana jest duży i wszystkie jego części oraz zasady budowy uwydatniają się bardzo wyraźnie; następnie kwiaty tulipana można dostać u ogrodników bardzo wczesnie jeszcze zimą i w ten sposób można bardziej wyzyskać krótki okres rozwoju wegetacji, jaki mamy do rozporządzenia podczas wykładów w szkole. W kursie systematycznym przedstawiłem tylko kilkadziesiąt typów roślinnych, które wprowadzają nas w metodę poznawania kwiatów. Resztę powinny wypełnić odpowiednie klucze i atlasy.

Specjalny nacisk kładłem na stronę rysunkową przyczem starałem się skoordynować tekst z rysunkami i przez dokładne opisy pod rysunkami uniknąć powtarzania w tekście, jak np. w liściach. Rysunki są przeważnie nowe, oryginalnie wykonane przez panie: dr. J. Golińską, E. Kopytowską, M. Żukowską, oraz panów: Stanisława Bełzeckiego (podpisane przeważnie nazwiskiem autora) i Stanisława Feliksia-ka (podpisane inicjałami S. F.); pewną ilość rysunków, zwłaszcza klasycznych (przeważnie anatomicznych) wzięłem z innych podręczników. Staraniem mojem było, aby rysunki dawały schemat tego, na co studjujący powinien zwrócić uwagę; przy ćwiczeniach więc lub przy studjowaniu podręcznika konieczne jest również dokładne przestudjowanie rysunków.

Przy pracy korzystałem z licznych uwag Szanownych Panów Profesorów i Kolegów i miło mi jest wypowiedzieć wyrazy serdecznej wdzięczności. Również miło mi zaznaczyć zrozumienie wydawców, którzy nie szczędzili kosztów i trudów, aby podręcznik wypadł jak najlepiej.

January Kołodziejczyk.

W S T Ę P.

Botanika jest nauką o życiu roślin, jest zbiorem tych wszystkich wiadomości o roślinach, które nauka zdobyła w ciągu długich i mozolnych badań. Przy czytaniu i zapoznawaniu się z życiem rośliny należy pamiętać, że dla rozstrzygnięcia wielu zagadnień, które dziś podajemy, a które wydają się obecnie niezmiernie prostymi, uczeni badacze włożyli dużo twórczego trudu i poświęcenia. Dziś w każdym podręczniku botaniki czytamy np., że słupki i pręciki w roślinach służą do rozmazania; natomiast aż do XVII stulecia nie zdawano sobie dokładnie z tego sprawy i dopiero trzeba było wysiłku twórczego wielu uczonych w ciągu kilku wieków, aby sprawę tę rozstrzygnąć tak, jak dziś rozstrzygamy.

Prawie do XVII stulecia rozpatrywano rośliny jedynie z punktu widzenia leczniczego; obok dość pierwotnych opisów roślin umieszczano ich zastosowanie, jako środków leczniczych. Ruch umysłowy w XVII i następnych stuleciach wywołuje samodzielny rozwój nauk przyrodniczych, a z niemi i botaniki; skonstruowanie i zastosowanie mikroskopu daje możliwość wniknięcia w budowę wewnętrzną roślin oraz poznania istot niższych, niedostrzegalnych gołym okiem. Rozwój chemji i fizyki w końcu XVIII i w pierwszej połowie XIX stulecia pozwala na dokładniejsze wniknięcie i poznanie życia rośliny. Główny jednak rozwój botaniki, jak wogóle nauk biologicznych, zawdzięcza my minionemu, XIX stuleciu.

Tysiące uczonych pracuje dziś w pracowniach naukowych lub wśród przyrody żywej nad najróżnorodniejszymi zagadnieniami z życia roślin; wyniki swych prac, niekiedy bardzo specjalnych, ogłaszają w fachowych wydawnictwach, skąd czerpiemy wiadomości podawane w podręcznikach. Należy jednak pamiętać, że wiadomości te nie są ostateczne; poglądy naukowe ustawicznie się zmieniają,

a wiele zagadnień i zjawisk jest po dziś dzień zupełnie nierozstrzygniętych; niemniej jednak głęboko już wniknięto w tajniki przyrody.

* * *

Świat roślinny jest bardzo różnorodny; do niego bowiem zaliczamy nie tylko rośliny o rzucających się w oczy barwnych kwiatach, ale i istoty o tak odmiennej budowie i sposobie życia, jak grzyby, glony lub mchy. Pierwsze naukowe badania i zapoznawania się z roślinami polegały na próbach ułożenia roślin w pewne grupy — w ciągu więc kilkuwiekowych badań wyróżniano takie grupy, jak plechowce (glony, grzyby i inne), mszaki (mchy i wątrobowce), paprotniki i rośliny kwiatowe. Cechą wspólną trzech pierwszych grup (plechowce, mszaki i paprotniki) jest rozmnażanie się przy pomocy t. zw. zarodników; możemy je więc nazwać roślinami zarodnikowemi w odróżnieniu od roślin kwiatowych, wytwarzających kwiaty i nasiona.

Pierwszy tom poświęcimy wyłącznie roślinom kwiatowym — w drugim omawiać będziemy rośliny zarodnikowe.

CZĘŚĆ I.

OGÓLNE WIADOMOŚCI O ŻYCIU I BUDOWIE ROŚLIN.

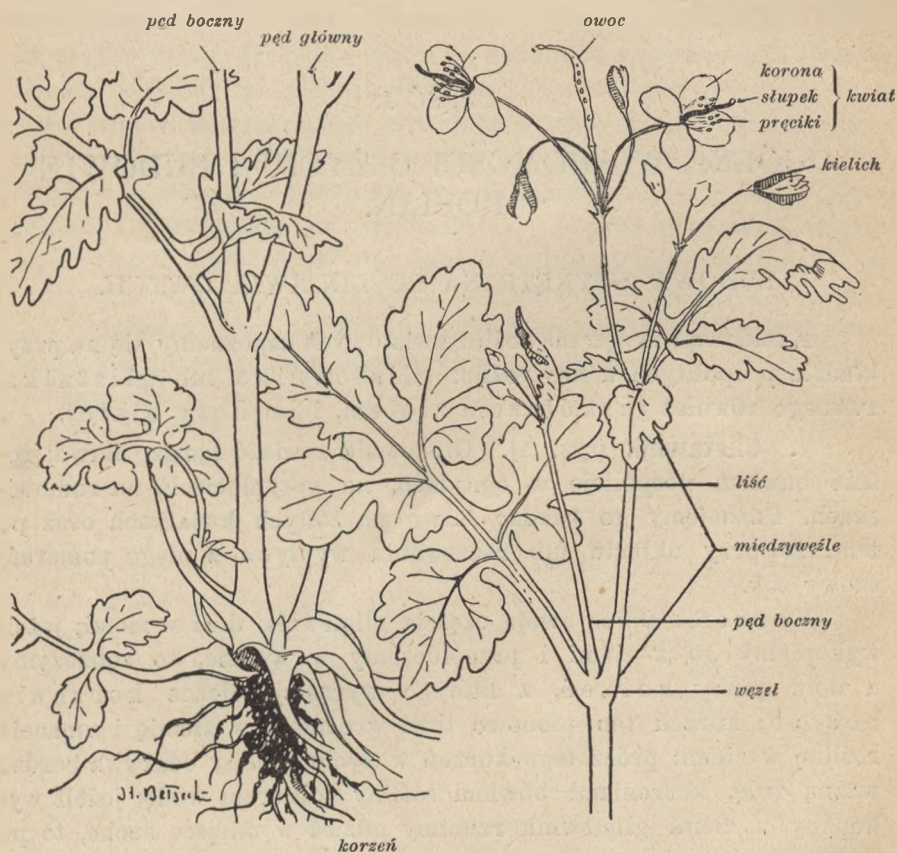
BUDOWA ZEWNĘTRZNA ROŚLIN KWIATOWYCH.

Z budową zewnętrzną roślin kwiatowych zapoznamy się na przykładzie pospolitych u nas roślin: glistewnika lub glistnika, zwanego również jaskółczym zielem, i jasnoty białej.

1. Glistewnik (rys. 1). Glistewnik znaleźć bardzo łatwo; rośnie bowiem pospolicie w ogrodach, na przypłociach, na rumowiskach. Poznajemy go bardzo łatwo po żółtych kwiatach oraz po tem, że przy ukłuciu lub rozerwaniu wypływa z niego pomarańczowy sok.

Korzeń. Dolną swoją częścią glistewnik tkwi w ziemi; jeżeli wykopimy go z ziemi i przepłóczemy w wodzie, to zobaczymy u dołu gruby korzeń, z którego wyrastają liczne korzenie boczne; korzeń ten pionowo tkwi wrośnięty w ziemię i umacnia roślinę w ziemi; prócz tego korzeń w życiu rośliny odgrywa bardzo ważną rolę, korzeniami bowiem rośliny pobierają wodę; jeżeli wykopany z ziemi glistewnik rzucimy gdzieś w miejsce suche, to po pewnym czasie cała roślina zwiędnie; natomiast glistewnik, zanurzony korzeniem w wodzie, nie wędnie i przez pewien czas rozwija się normalnie. Jak to później zobaczymy, woda, którą korzeń glistewnika pobiera z ziemi, zawiera pewien nieduży procent soli mineralnych. Wraz więc z wodą korzeń glistewnika pobiera i te sole mineralne, które, jak się okazuje, są roślinie konieczne do życia, do rozwoju. Mówimy, że woda i sole mineralne, które korzeń pobiera z gleby, odżywiają roślinę; korzeń więc służy nie tylko do umacniania, ale jest narządem odżywiania się rośliny.

Pęd. Przyjrzyjmy się teraz nadziemnej części glistownika; wszystko to, co u glistownika wyrasta nad ziemią, nazwiemy pędem; w pędzie wyróżniamy łodygę i liście, a na szczycie kwiaty lub owoce. Wszystkie liście u glistownika wyrastają z łodygi; nawet liście u dołu, t. zw. odziomkowe, również wyrosły na łodydze. Każdy liść składa się z części płaskiej, dużej, po-



Rys. 1. Glistownik (do ćwic. 1).

rozcinanej, żywo-zielonej, t. zw. blaszki liściowej i walcowatego, podobnego z budowy do łodygi, ogonka liściowego. Liście są pojedynczo osadzone na łodydze; to miejsce na łodydze, w którym wyrasta liść, nazywamy węzłem, a część łodygi bezlistną od jednego węzła do następnego nazywamy międzywęzłem. W węzłach, prócz liści, wyrastają jeszcze pędy, składające się również

z łodygi i liści i posiadające kwiaty lub owoce na szczycie. Pędy, wyrastające w węzłach, w stosunku do pędu, na którym powstają, nazywamy pędami bocznymi; i na pędach bocznych, jak widzimy dalej wyrastają również pędy boczne. Jeżeli pęd, który np. trzymamy w ręku, nazwiemy pędem głównym, to pęd, wyrastający na nim, nazwiemy pędem bocznym pierwszego rzędu; wyrastający znów pęd boczny na pędzie pierwszego rzędu nazwiemy pędem drugiego rzędu i t. d. O takiej roślinie, jak np. glistewnik, w której wyrastają pędy boczne, mówimy, że się rozgałęzia.

Liść. Główną częścią pędu jest liść; zawdzięczając bowiem specjalnym ciałkom zielonym, obficie występującym w liściu, liść może wytwarzać substancje, potrzebne roślinie do życia; podobnie więc jak korzeń, liść służy roślinie do odżywiania się — jest narządem odżywiania się rośliny.

Kwiaty. Na szczycie pędu glistewnika rozwijają się kwiaty. Jeżeli na którym pędzie znajdziemy kwiaty jeszcze nie rozwinięte t. zw. kwiaty w pąku, to zobaczymy nazewnątrz dwa zielone listki, otulające kwiat; są to t. zw. działki, tworzące razem t. zw. kielich kwiatu. Na kwiatach rozwiniętych już działek nie dostrzegamy, wcześniej bowiem one opadają; natomiast widzimy cztery żółte listki, t. zw. płatki, tworzące t. zw. koronę kwiatu. Kielich i korona tworzą razem okrywę kwiatu, t. zw. okwiat. Wewnątrz kwiatu dostrzegamy liczne drobne t. zw. pręciki i w samym środku jeden t. zw. słupek. Na kwiatach jeszcze starszych niema już płatków, a pozostały jedynie zwiędnięte pręciki i słupek; wreszcie tu i owdzie na szczycie pędów widzimy jedynie słupek. Gdybyśmy słupek rozerwali, to znaleźlibyśmy wewnątrz drobne białe ciała, zw. zalążkami.

Owoce z nasionami. Przeglądając coraz bardziej dojrzałe słupki, stwierdzamy że z całego słupka u glistewnika powstaje owoc, a z zalążków powstają nasiona; do wykształcenia się jednak nasion z zalążków jest niezbędny, jak to później zobaczymy, współudział pręcików. Z dojrzałych nasion glistewnika po wysianiu ich w odpowiednich warunkach powstanie znów roślina, zupełnie taka sama, jak nasz glistewnik, a więc z korzeniami, pędami ulistnionymi i kwiatami. Powstałymi w kwiecie nasionami roślina się rozmnaża.

Widzimy więc u glistewnika dwojakiego rodzaju narządy: jedno z nich: korzeń i pęd, służy roślinie do odżywiania, do rozwoju, do t. zw. wegetacji; nazywamy je przeto narządami wegetatywnymi.

nemi; natomiast kwiat wydaje nasiona, jest więc narządem rozmnażania rośliny.

Rozwój glistownika. Późną jesienią pędy glistownika po wydaniu owoców więdną, pozostają przez pewien czas jako badyły, wreszcie zupełnie opadają i giną. Gdybyśmy jednak zimą kopali w ziemi, to w tym miejscu, w którym rósł glistownik, znajdziemy korzeń oraz t. zw. pąki zimujące; wiosną z tych pąków znów wyrośnie nad ziemią pęd z liśćmi i kwiatami. O okresie od czasu wyrośnięcia z pąków zimujących lub z nasion pędów z liśćmi, kwiatami i owocami do czasu ich zamierania mówimy, że to jest okres wegetacji; okres ten u większości naszych roślin odpowiada miesiącom ciepłym, a więc wiosennym, letnim i wczesnej jesieni; natomiast w okresach miesięcy zimowych glistownik, jak widzimy, tkwi w ziemi; mówimy o nim, że jest wtedy w okresie uśpienia zimowego.

Ćwiczenie 1. Przejrzyć korzenie, pędy i kwiaty glistownika podług powyższego wykładu i rys. 1; wyróżnić pędy główne i boczne.

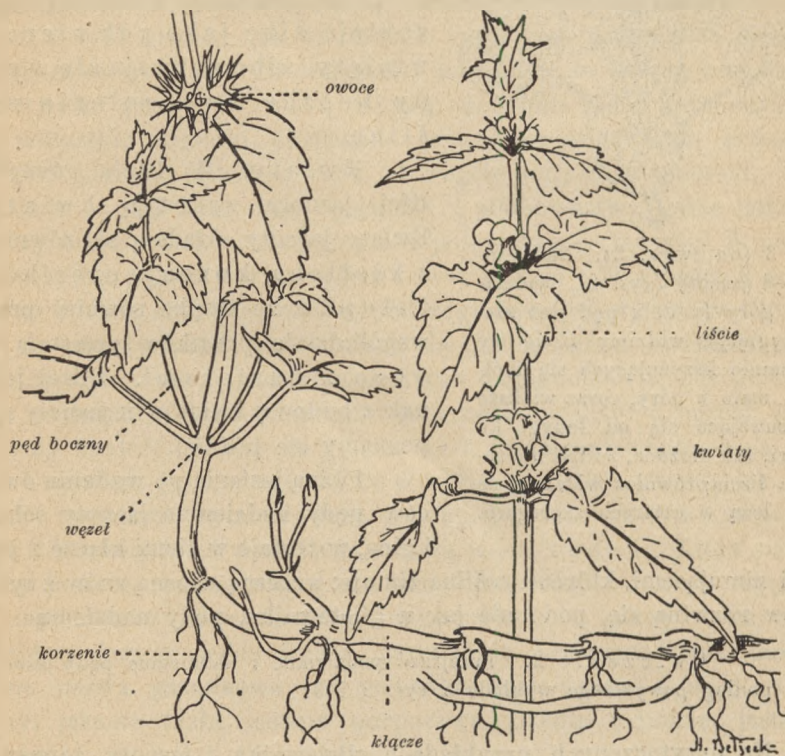
2. Jasnota biała (rys. 2 i 3). Zapoznamy się teraz z budową zewnętrzną również bardzo pospolitej u nas rośliny, jasnoty białej, zwanej jeszcze głuchą pokrzywą ze względu na podobieństwo jej liści do liści pokrzywy.

Pęd podziemny. Wydobywamy dokładnie jasnotę z ziemi i przedewszystkiem stwierdzamy, że jasnota nie posiada takiego korzenia, jak glistownik, lecz podziemne jej narządy leżą poziomo i przechodzą w nadziemne pędy; przy bliższem zbadaniu widzimy, że te narządy podziemne posiadają drobne, łuskowate listeczki, w kącie zaś tych listeczków wyrastają pąki lub pędy nadziemne; dokładniejsze badania wykazałyby, że ten narząd podziemny jasnoty wyrasta z pąka, jest pędem. Pędy więc mogą wyrastać zarówno pod ziemią, jak i nad ziemią; takie pędy wydłużone, rosnące pod ziemią, jak u jasnoty, nazywamy jeszcze kłaczami; na kłaczach, jak i na każdym pędzie, również wyróżniamy liście w kształcie łusek, łodygę oraz na łodydze węzły i międzywęzła; prócz tego jeszcze na kłaczach wyrastają liczne drobne korzenie.

Pęd nadziemny. Pęd nadziemny jasnoty składa się z czworokątnej łodygi, liści i kwiatów; liście dolne mają ogonki liściowe; są to t. zw. liście ogonkowe; blaszka liściowa zaś jest na brzegach piłkowana, żywo-zielona i ma kształt jajowaty. Liście górnej części pędu nie posiadają ogonka liściowego i blaszki ich jakgdyby wyrastały wprost z łodygi; o takich liściach mówimy, że

są siedzące. W odróżnieniu od glistownika, u którego w węźle wyrastał tylko jeden liść, u jasnoty w każdym węźle wyrastają po dwa liście.

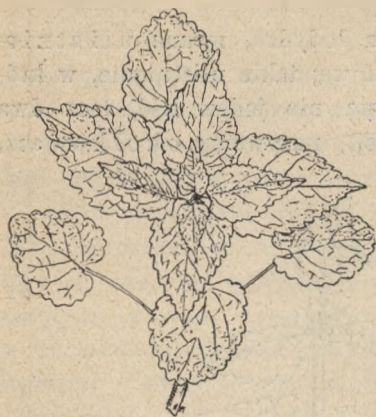
Ulistnienie. Ułożenie liści na łodydze, zwane ulistnieniem, jest bardzo ciekawe i prawidłowe; takie ulistnienie, w którym, jak u jasnoty, w węźle wyrasta nie jeden liść, lecz dwa (u niektórych roślin może być więcej), nazywamy okółkowym,



Rys. 2. Jasnota biała (do ćwic. 2).

a ulistnienie takie, jak u glistownika, w którym w węźle wyrasta tylko jeden liść, nosi nazwę skrętoległego. Jeżeli teraz spojrzymy na pęd nadziemny jasnoty z góry, trzymając go prostopadłe do oka, to zobaczymy (rys. 3), że liście są ułożone w czterech szeregach i którykolwiek weźmiemy węzeł, zawsze dostrzeżemy, że liście w węźle powyżej lub poniżej leżącym są ułożone z liśćmi naszego węzła nakrzyż; dopiero liście następnych, co trzecich węzłów leżą nad sobą; mówimy, że jasnota tworzy okółki międzyległe.

Pędy boczne. Pęd jasnoty również wytwarza pędy boczne; wyrastają one w kącie liści podobnie jak u glistownika, jest



Rys. 3 (do ćwic. 2). Nadziemny pęd jasnoty (rys. 2), widziany z góry (u dołu pęd jest nieco wygięty); widzimy liście we wzajemnie krzyżujących się okółkach, małe u góry, coraz większe i odsuwające się od łodygi ku dołowi, tak ułożone, że liść nie zasłania liścia; również widzimy, że liście leżą w czterech szeregach.

to bowiem zasada, że pędy boczne zawsze wyrastają w kącie liści i że (z pewnymi wyjątkami) w kącie łodygi i wyrastającego na niej liścia wyrasta pąk, który pozostaje albo jako pąk nierozwinięty, albo rozwija się w pędy boczne i rozgałęzia roślinę.

Kwiaty. W kącie górnych liści jasnoty wyrastają kwiaty. Kwiaty jasnoty składają się również z kielicha, korony, pręcików i słupka; ze słupka również przy współdziale pręcików powstają owoce z nasionami. Bliżej jednak z budową kwiatów u jasnoty zapoznamy się później.

Późną jesienią po wydaniu owoców pędy nadziemne jasnoty schną i giną; pozostaje w ziemi kłącze z pąkami zimującymi, które roślina zimuje; wczesną wiosną znów z tych pąków rozwiną się, podobnie jak u glistownika, pędy nadziemne.

Ćwiczenie 2. Przejrzyć podziemne i nadziemne pędy jasnoty podług powyższego wykładu i rys. 2 i 3.

Na przytoczonych przykładach glistownika i jasnoty zapoznaliśmy się ogólnikowo z budową roślin kwiatowych. Widzieliśmy więc, że roślina składa się z narządów odżywiania: korzeni i pędów, oraz narządów rozmnażania: kwiatów, które wydają owoce z nasionami; widzieliśmy jeszcze, że pęd składa się z łodygi i liści, że powstaje on z pąka, że pęd boczny powstaje zawsze w kącie łodygi i liścia.

3. Rośliny o budowie pędów i kwiatów podobnych do jasnoty białej. Pojęcie gatunku i rodzaju. Gdybyśmy jakikolwiek osobnik jasnoty białej obserwowali przez szereg lat, to okazałoby się, że po

pewnym czasie osobnik ten całkowicie zamiera. Wszystkie bowiem rośliny żyją pewien mniej lub więcej długi przeciąg czasu, poczem zamierają. Obserwowany przez nas osobnik jasnoty w ciągu swego życia wydał wiele nasion, dzięki którym się rozsiał; z tych nasion powstają osobniki zawsze tak samo zbudowane, jak opisana jasnota biała; te znów wydają dalej nasiona, rozsiewają się i dzięki temu choć pojedyncze osobniki jasnoty białej zamierają, roślina ta nie ginie. O tych wszystkich osobnikach jasnoty białej, wyrostłych z tych nasion, jak również i wszystkich osobnikach jasnoty białej, rosnących na kuli ziemskiej, mówimy, że tworzą one jeden gatunek, zwany jasnotą białą; podobnie jeden gatunek tworzą wszystkie osobniki poznane przez nas glistownika, zwanego również glistnik, jaskółcze ziele. I wogóle wszystkie osobniki, wykazujące między sobą taką zgodność i podobieństwo, jakie istnieją między organizmem macierzystym a potomstwem, łączymy w jeden gatunek. Na polach i w zaroślach nawet jeszcze późną jesienią znajdziemy rośliny zupełnie podobne pod względem budowy pędów i kwiatów do jasnoty białej, ale różniące się purpurowymi kwiatami oraz tem, że są roślinami jednorocznymi lub dwuletnimi; w odróżnieniu więc od jasnoty białej nazywamy je jasnotą purpurową; oprócz tego możemy znaleźć jeszcze na przydrożach jasnotę plamistą, a na polach i ugorach jasnotę różową. Wszystkie te rośliny, zwane, jak widzimy, jasnotami, są zbudowane podobnie, różnią się tylko szczegółami. Mówimy więc o nich, że tworzą jeden rodzaj, który nazywamy jasnotą; nazwa rodzajowa jest pojedyncza, w danym wypadku — jasnota, w nazwach zaś gatunkowych obok nazwy rodzajowej dodajemy jeszcze jeden wyraz, przeważnie przymiotnikowy, dzięki czemu nazwa gatunkowa ma podwójne mianowanie, a więc nazywamy: jasnota biała, jasnota purpurowa, jasnota plamista, jasnota różowa.

Przyglądając się dalej jeszcze takim roślinom, jak szałwja, mięta, dąbrowka, zauważamy, że rośliny te są z wielu względów podobne do siebie, mają więc podobnie zbudowane pędy i kwiaty, które wszystkie razem różnią się bardzo np. od glistownika; to też wszystkie te rodzaje łączymy w jedną t. zw. rodzinę. Nazywamy ją w danym wypadku rodziną wargowych.

Tego rodzaju układ ma olbrzymie znaczenie praktyczne, przy pomocy niego możemy układać rośliny podobnie do siebie zbudowane w pewne systemy, które później poznamy, oraz porozumiewać się ze sobą; istnieją bowiem specjalne klucze, w których są podane opisy i nazwy roślin; przy po-

mocy tych kluczy możemy oznaczyć nazwę danej interesującej nas rośliny lub według tego opisu możemy daną roślinę znaleźć. Klucze takie i opisy roślin mają wszystkie cywilizowane narody¹⁾; w celu jednak łatwego porozumiewania się przyjęto, że obok nazwy w danym języku piszemy jeszcze ogólnie przyjętą międzynarodową nazwę łacińską; t. np. nazwa rodzajowa jasnoty po łacinie brzmi *Lamium*, a nazwy gatunkowe: jasnoty purpurowej — *Lamium purpureum*, jasnoty różowej — *Lamium amplexicaule* i jasnoty plamistej — *Lamium maculatum*. Nazwa np. rodzajowa glistewnika brzmi: *Chelidonium majus*.

Nazwy łacińskie zostają nadane przez botaników przy ich pierwszych opisach, albo też zostają ustalone na mocy opisów i nazw poprzednich; przyjęto więc przy nazwie łacińskiej danego gatunku rośliny podawać nazwisko botanika, który dany gatunek po raz pierwszy nazwał, albo nazwę ustalił; podaje się przytem albo pierwszą literę nazwiska, np. L. zamiast Linneusz (znakomity przyrodnik XVIII stulecia, który ustalił większość nazw roślin i zwierząt), albo skrót nazwiska, np. Bess. zamiast Besser (botanik polski z pierwszej połowy XIX stulecia, profesor Liceum Krzemienieckiego); w wyjątkowych wypadkach podaje się całe nazwisko.

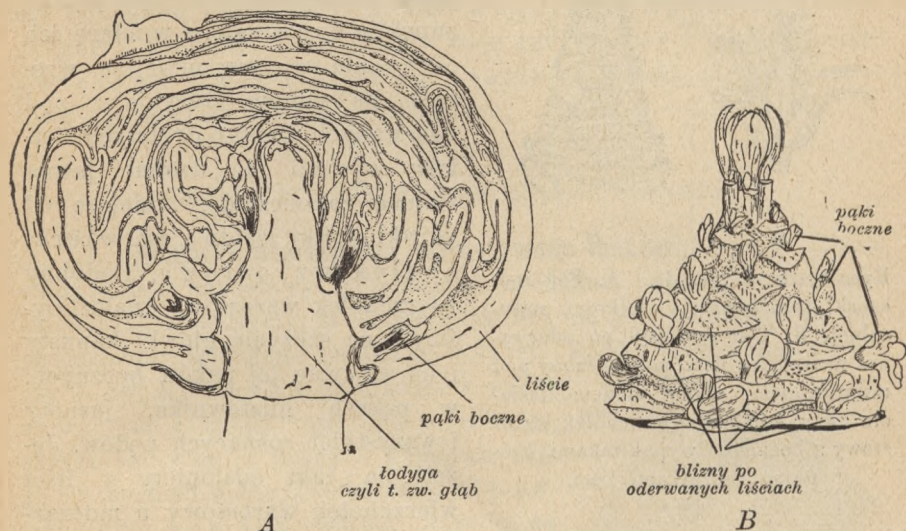
BUDOWA PĄKA. WIERZCHOŁEK WZROSTOWY.

Jak to widzieliśmy w poprzednim rozdziale, pędy czy to nadziemne, czy podziemne zawsze powstają z pąka. Z budową pąka zapoznamy się na przykładach kapusty (*Brassica oleracea*) i moczarki kanadyjskiej (*Elodea canadensis*).

1. Budowa główki kapusty (rys. 4). W pierwszym roku po wysianiu z nasion kapusty otrzymujemy t. zw. główkę. Główka taka składa się przedewszystkiem z licznych liści, szczelnie do siebie przylegających i osadzonych na krótkiej, grubej, stożkowatej łodydze, zwanej głąbem. Przy odrywaniu liści widzimy, że im bardziej posuwamy się do wnętrza główki, tem liście stają się coraz mniej-

¹⁾ W literaturze polskiej mamy dwa klucze, podług których możemy oznaczać nazwy roślin, mianowicie: J. Rostafińskiego: „Przewodnik do do oznaczania roślin w Polsce dziko rosnących”. Wydanie VI. Lwów 1923 r. i wyczepujący całą florę polską klucz W. Szafera, S. Kulczyńskiego i B. Pawłowskiego: „Rośliny polskie” Lwów — Warszawa 1924 r. Sposób posługiwania się temi dwoma kluczami można znaleźć w książce R. Kobendzy i J. Kołodziejczyka: „Zbieranie roślin i układanie zielnika.” Warszawa 1927 r. Przy dokładnem oznaczaniu i opisach roślin posługujemy się podstawowem dziełem pod tytułem „Flora Polska”, opracowywanem przez najwybitniejszych florystów polskich i wydawanem przez Akademię Umiejętności. Dotychczas wyszły cztery tomy.

sze, bledsze, a na szczycie są już niezmiernie drobne; liście zewnętrzne są najstarsze, a w miarę odrywania — coraz młodsze; w miejscu oderwania liścia pozostaje na łodydze duża blizna, a nad każdą blizną dostrzegamy błąd pąk boczny, który, jak to widzimy, również wyrasta w kącie liścia. Oczywiście, każde miej-



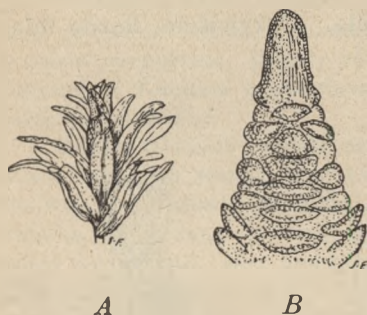
Rys. 4 (do ćwic. 3). A. — Przekrój podłużny przez główkę kapusty; widzimy głób, liczne pomarszczone liście i pąki boczne. B. — Ta sama główka po oderwaniu liści; w miejscu oderwania liści pozostały duże blizny; nad każdą blizną widzimy pąk boczny. Zmniejszone trzy razy.

sce na łodydze, w którym oderwaliśmy liść i w którym wyrasta pęd boczny, jest węzłem; węzły te jednak tak są obok siebie skupione, że trudno tu wyróżnić międzywęźla. Cała taka główka kapusty jest dużym pąkiem.

Ćwiczenie 3. Przejrzyć główkę kapusty podług powyższego wykładu; wyróżnić liście, łodygi, pędy boczne podług załączonego rys. 4.

2. Budowa pąka u moczarki kanadyjskiej (rys. 5). W celu zapoznania się dokładniej z budową pąka weźmy inny przykład, nieco trudniejszy do zbadania. W stawach lub rowach spotkamy z pewnością jeszcze późną jesienią obficie rosnącą roślinę wodną, t. zw. moczarkę kanadyjską. Tworzy ona długie, ulistnione pędy; w każdym węźle na pędzie wyrastają po trzy drobne liście. Na szczycie takich gałązek z łatwością dostrzegamy skupione gęsto

w paki listki; pak taki odrywamy od gałązki i, podobnie jak u kapusty, odrywamy na nim listek za listkiem; pak moczarki jest jednak tak drobny, że to odrywanie musimy robić pod lupą przy po-



Rys. 5 (do ćwic. 4). A. Pak moczarki kanadyjskiej wielkości naturalnej. B. Ten sam pak po oderwaniu wszystkich liści, powiększony pod mikroskopem około siedemdziesięciu razy; widzimy wierzchołek wzrostowy z bocznymi wypuklinkami, które są zaczątkami liści.

większeniu kilkanaście razy; okazuje się, że i u moczarki również listki zewnętrzne otulające pak są zupełnie wyrośnięte, a w miarę ich odrywania są coraz mniejsze; wreszcie na samym szczycie z pod oderwanych, bardzo drobnych listków wychyli się drobne jasnozielone zakończenie, mniejsze od główki szpilki; jest to t. zw. wierzchołek wzrostowy. Podobny wierzchołek wzrostowy znaleźlibyśmy i na szczycie główki kapusty i na szczycie jej paków bocznych, w pakach glistownika, jasnoty i wszystkich rosnących pędów. Jeżeli na taki odsłonięty z liści wierzchołek wzrostowy u moczarki

spojrzymy przy silniejszym powiększeniu (rys. 5), to okaże się, że ma on na szczycie kształt spłaszczonego stożka, poniżej którego znajdują się wypuklinki, początkowo bardzo drobne, a w miarę oddalania się od wierzchołka wzrostowego coraz większe i stopniowo przechodzące w liście; z wypuklinek tych na wierzchołku wzrostowym powstają liście. Każdy liść na gałązce moczarki był początkowo taką wypuklinką na wierzchołku wzrostowym. Dokładne obserwacje wykazują nad temi zaczątkami liści również drobne liczne wypuklinki, z których powstają pędy boczne.

Ćwiczenie 4. Wypreparować i przejrzeć pod lupą wierzchołek wzrostowy u moczarki według powyższego wykładu i rys. 5.

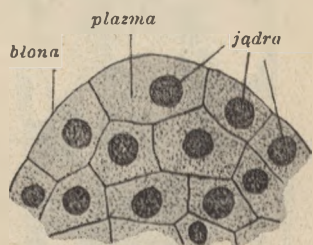
3. Budowa paka. Jak więc widzimy, pak u kapusty i moczarki składa się z wierzchołka wzrostowego, zaczątków liści, krótkiej łodygi, pędów bocznych i liści już wyrosłych, otulających zewnątrz pak. Podobnie mniej więcej zbudowane paki wytwarzają wszystkie rośliny kwiatowe. Jeżeli jednak będziemy oglądać zimą paki naszych drzew, to się okaże, że zewnętrzne listki paka są przeważnie twarde, łuskowate i różnią się od listków wewnętrznych w paku; takie paki,

w których listki zewnętrzne są łuskowate i służą tylko do ochrony pąka, nazywamy pąkami okrytymi; natomiast pąki takie, jak u moczarki lub kapusty, których liście zewnętrzne w pąku różnią się tylko tem, że są bardziej wyrośnięte, niż wewnętrzne, noszą nazwę pąków nagich. Prócz tego często możemy spotkać w pąkach zaczątki kwiatów; takie pąki nazywamy kwiatowymi w odróżnieniu od pąków liściowych, albo wegetatywnych, nie wytwarzających kwiatów. Rozróżniamy więc pąki nagie i okryte, pąki kwiatowe i wegetatywne, liściowe. Pąki okryte i kwiatowe poznamy w dalszych rozdziałach.

BUDOWA I ŻYCIE KOMÓRKI ROŚLINNEJ.

1. **Komórki wierzchołka wzrostowego moczarki** (rys. 6). Jeżeli wierzchołek wzrostowy u moczarki będziemy oglądać pod mikroskopem, to zobaczymy, że wierzchołek ten nie jest jednolity, ale poprzdzielany ściankami na liczne komory. Każda taka komora tworzy t. zw. komórkę. Wierzchołek wzrostowy, jak i każdy inny organ roślinny, składa się więc z licznych komórek, odgrodzonych od siebie ściankami, czyli t. zw. błonami komórkowymi. Patrząc na komórki, wydaje się nam, że błony oddzielające dwie komórki są wspólne; w istocie jednak każda komórka posiada swą błonę, a błony dwóch sąsiednich komórek są ze sobą zlepione, jakgdyby w jedną błonę. Wewnątrz komórek znajduje się przede wszystkim bezbarwna galaretowata substancja, posiadająca często drobne ziarenka; substancję tę nazywamy protoplazmą, plazmą lub zarodnią; w zarodni każdej komórki wierzchołka wzrostowego moczarki znajduje się duże ciało kuliste, wyraźnie odcinające się od plazmy; jest to t. zw. jądro.

Plazma i jądro stanowią najbardziej istotne składniki komórek i odgrywają w życiu całej rośliny niezmiernie doniosłą rolę. Wszystkie bowiem zjawiska życiowe, jak wzrost, pobieranie i wytwarzanie pokarmów, oddychanie, objawy wrażliwości i inne, tkwią w plazmie i jądrze. Tylko tam jest możliwe życie istot żywych, gdzie jest plazma.

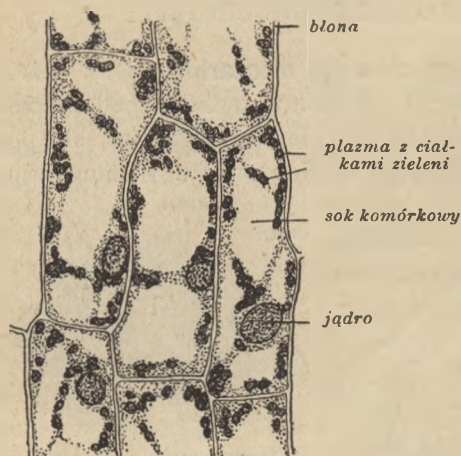


Rys. 6 (do ćwic. 5). Wierzchołek wzrostowy moczarki (rys. 5 B) pod mikroskopem przy powiększeniu 250 razy; widzimy liczne komórki pełne plazmy z jądrami w środku; komórki są od siebie oddzielone błonami.

Budowę komórkową roślin i zwierząt poznano dopiero dzięki wynalezieniu i zastosowaniu mikroskopu w końcu wieku XVII; przez długie lata u roślin widziano i opisywano tylko błony komórkowe; plazmę i jądro wyróżniono dopiero w XIX stuleciu.

Ćwiczenie 5. Przejrzyć pod mikroskopem budowę wierzchołka wzrostowego moczarki przy mniejszym powiększeniu i komórek wierzchołka wzrostowego przy większym powiększeniu i wyróżnić plazmę, jądra i błony, jak na rys. 6.

2. Komórki liścia moczarki (rys. 7). Przejrzyjmy teraz pod mikroskopem jakikolwiek już wyrosnięty liść moczarki; okazuje się, że składa się on również z licznych komórek, zupełnie jakgdyby kto



Rys. 7 (do ćwic. 6). Wyrosnięty liść moczarki pod mikroskopem przy powiększeniu około 200 razy; widzimy kilka komórek z plazmą, ciałkami zieleni i jądrem oraz z soki komórkowym w środku. Zauważyć ruch plazmy.

poukładał ściśle obok siebie liczne pudełka, przeważnie w dwóch warstwach. Komórki wyrosniętego liścia moczarki również posiadają błony, plazmę i jądro; prócz tego jeszcze w komórkach tych wyraźnie dostrzegamy drobne, zielone, ziarenkowate ciała, t.zw. ciała zieleni; ciała zieleni są utworami plazmy, które mają zdolność do wytwarzania zielonego barwnika; dzięki tym ciałkom, odgrywającym, jak zobaczymy, w życiu rośliny bardzo doniosłą rolę, pędy moczarki mają zielone zabarwienie. Ciała zieleni zawsze tkwią w plazmie i tworzą w ko-

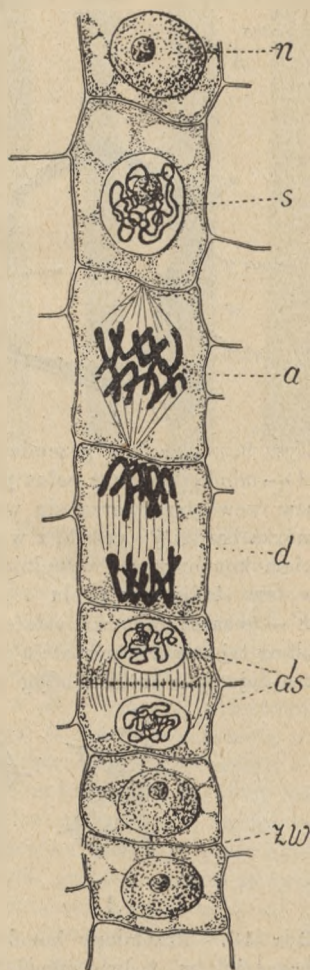
mórce tylko jedną warstwę. Plazma i jądro oraz ciała zieleni nie wypełniają całej komórki w wyrosłym liście moczarki; w środku znajdujemy jeszcze t. zw. wodniczek, wypełniony sokiem komórkowym; sok ten jest to woda, w której znajdują się rozpuszczone ciała mineralne, jak sole, ciała organiczne, jak kwasy, cukry i inne substancje. Przyglądając się dokładnie pod mikroskopem przy silniejszym powiększeniu komórkom liścia moczarki, możemy w nich dojrzeć ciekawe zjawisko: oto ciała zieleni poruszają się, kołując dokoła błon; w gruncie rzeczy poruszają się

nie ciała zieleni, ale plazma; plazma bowiem znajduje się w ciągłym ruchu i w ruchu tym porywa ze sobą ciała zieleni.

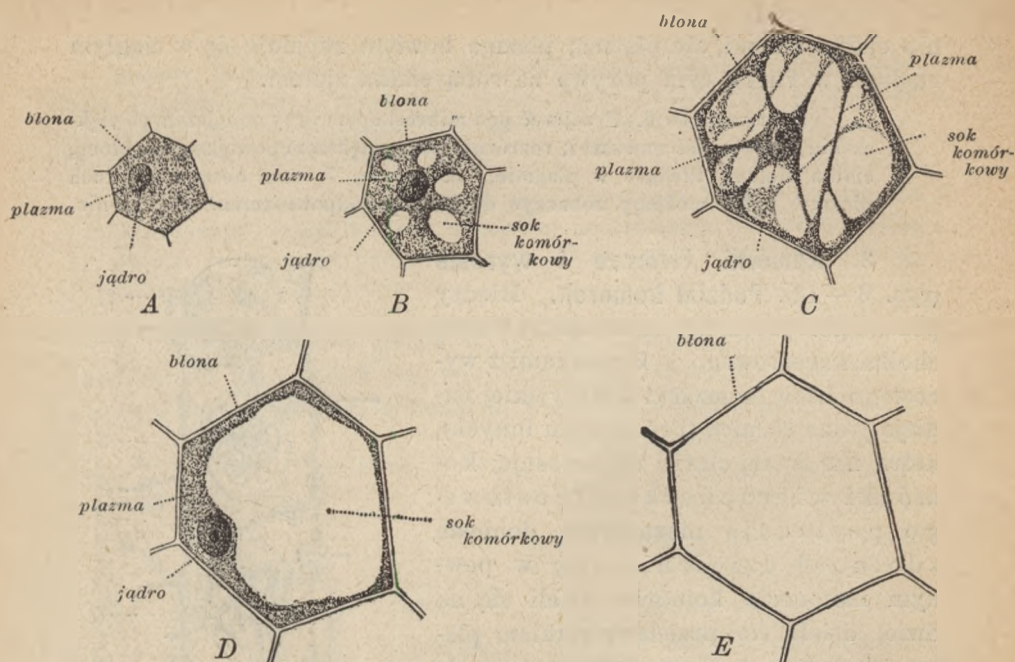
Ćwiczenie 6. Przejrzeć pod mikroskopem przy mniejszym powiększeniu odcięty liść moczarki; rozróżnić przy większym powiększeniu błonę, ciała zieleni, tkwiące w plazmie, jak na rys. 7, oraz obserwować ruch plazmy; jądro możemy zobaczyć dopiero po odpowiednim zabarwieniu.

3. Komórki twórcze i wyrosłe (rys. 8 — 13). **Podział komórek.** Między poznanymi przez nas komórkami wierzchołka wzrostowego a komórkami z wyrosłego liścia moczarki kanadyjskiej istnieje jedna różnica (prócz wielu innych), która nas w tej chwili zainteresuje; komórki wierzchołka wzrostowego posiadają niezmiernie doniosłą zdolność dzielenia się; w pewnym momencie komórka dzieli się na dwie, dzieli się przedewszystkiem plazma i jądro, poczem wytwarzająca się błona oddziela obie komórki.

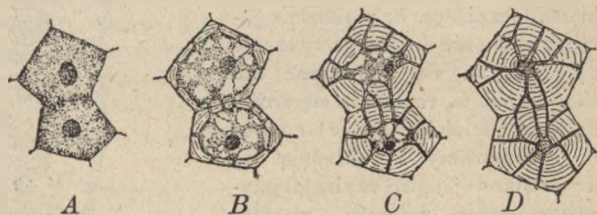
Proces podziału jądra przy podziale całej komórki jest bardzo charakterystyczny i odbywa się mniej więcej jednakowo we wszystkich dzielących się komórkach; zbadanie tego procesu jest trudne i wymaga specjalnych metod. Proces ten został poznany w drugiej połowie XIX stulecia. Przebieg tego procesu najlepiej nam uwidoczni rys. 8; w plazmie jądra (n), w którym zwykle nie dostrzegamy szczególnej budowy, zaczyna się wytwarzać nie gęsto skręcona ($*$); nie ta rozluźnia się i rozpada na pewną ilość odcinków, zw. chromozomami (a); chromozomy te układają się w płaszczyźnie środkowej jądra czyli, jakgdybyśmy się geograficznie wyrazili, w płaszczyźnie równikowej jądra; po pewnym czasie każdy z tych chromozomów rozszczepia się wzdłuż na połowy, które następnie odsuwają się od siebie (d); w taki sposób ciało plazmatyczne, z którego są zbudowane chromozomy, zw. chromatyną, przepoławia się, połówki chromozomów odsuwają się od siebie i skupiają na dwóch przeciwnych



Rys. 8. Podział jądra i komórki na wierzchołku korzenia bobu (rysunek z pod mikroskopu przy powiększeniu 650 razy). Objaśnienie rysunku w tekście.



Rys. 9. Wzrost i przemiany komórki, której błony nie ulegają zgrubieniu. *A* — młoda komórka pełna plazmy z jądrem; *B* — ta sama komórka nieco starsza; wewnątrz tworzą się wodniczki z sokiem komórkowym; *C* — ta sama komórka bardziej wyrosła, z większymi wodniczkami; *D* — ta sama komórka z sokiem komórkowym wypełniającym wnętrze, z plazmą przyścienną i z jądrem; w tym stadium w wielu organach komórki pozostają przez całe życie organu; *E* — ta sama komórka, ostatecznie wyrosła i zupełnie pozbawiona plazmy i jądra; błony tej komórki pozostają cienkie; tego rodzaju komórki wypełnione powietrzem znajdujemy w środku łądyg np. bzu czarnego lub sitów; tworzą one t. zw. rdzeń.

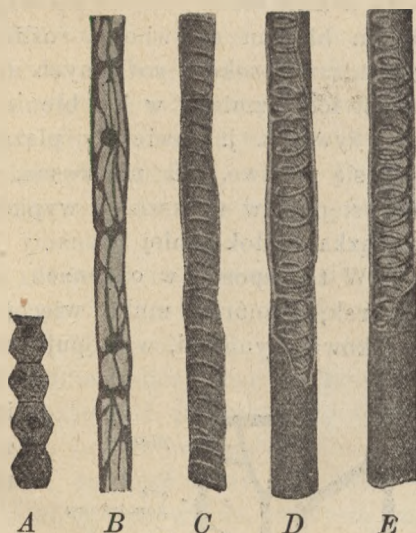


Rys. 10. Przemiany komórek, których błony grubieją i tworzy się t. zw. twardele; w *A* dwie młode komórki pełne plazmy z jądrem; *B* — stadium starsze tych komórek — w komórkach występuje sok komórkowy, a błony grubieją; w *C* stadium jeszcze starsze: błony komórkowe znacznie zgrubiały, ilość plazmy jest mniejsza; w *D* komórki już wyrosłe i ostatecznie ukształtowane — plazmy już nie ma; z komórek pozostały tylko błony grube zdrewniałe z charakterystycznymi lejkami: podobne komórki znajdują się w owocu gruszy, jako t. zw. komórki kamienne; z podobnych komórek zbudowana jest skorupa w orzechu — patrz rys. 13.

biegunach komórki. W komórce powstają dwa odrębne skupienia chromosomów (*ds*); następnie w obu skupieniach chromosomy tworzą nić i zlewają się ze sobą; w ten sposób z jednego jądra powstają dwa, obdarzone jednakową ilością chromatyny. Gdy z kolei wytworzone przy podziale jądra będą znów się miały dzielić, wówczas zachodzą w nich podobne przemiany, jak w jądrze, z którego powstały, t. j. chromosomy przepolawiają się wzdluż i t. d.

W ten sposób z jednej komórki powstają dwie, komórki te rosną, osiągają wielkość komórek, z których powstały, i znów się dzielą. Nowe komórki mogą powstać tylko dzięki podziałowi komórek macierzystych. Takie komórki wierzchołka wzrostowego lub komórki, posiadające zdolność do podziału innych rosnących części w roślinie, będziemy nazywać komórkami twórczymi. Każda komórka w roślinie powstaje z komórek twórczych.

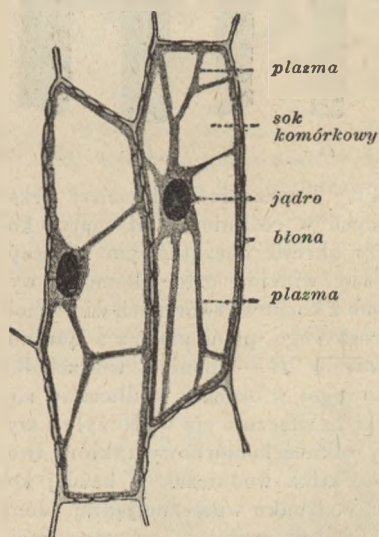
Rosnące komórki przeważnie wydłużają się, błony ich powiększają się, przyczem komórka pobiera dużo wody z solami mineralnymi; środek komórki wypełnia się wtedy sokiem komórkowym, plazma zaś z jądrem stale znajduje się przy błonie; komórki te już się normalnie nie dzielą, nazywamy je przeto komórkami wyrosłymi; podobne wyrosłe komórki pozaałiśmy właśnie w liściach moczarki. Komórki wyrosłe mogą przez całe życie organu pozostawać żywymi, t. j. posiadają plazmę z jądrem i ewentualnie ciała zieleni; pewna jednak ilość komórek traci zupełnie plazmę i jądro; z żywej komórki pozostają tylko błony; w niektó-



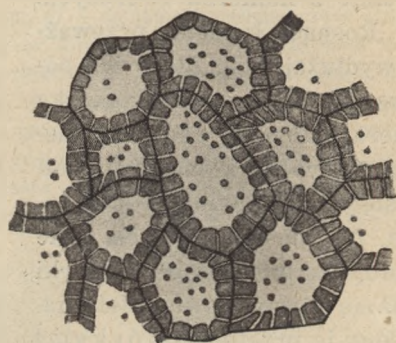
Rys. 11. Tworzenie się komórek przewodzących w roślinie; w *A* mamy komórki w okresie zaczątkowym zawiązywania się; widzimy cztery komórki, wytworzone z komórek twórczych wierzchołka wzrostowego, pełne plazmy z jądrami; następnie w *B* — (poniżej wierzchołka wzrostowego) w okresie wydłużania się, komórki te znacznie się wydłużyły i wypełniły sokiem komórkowym, który tworzy po kilka wodniczek w każdej komórce; w środku widoczne jądra; błony tych komórek grubieją jeszcze za życia komórki, przyczem wytwarzają się na nich bardzo charakterystyczne zgrubienia, tworzące spirale; po pewnym czasie (*C*, *D*, *E*) (jeszcze niżej na pędzie) — w okresie wewnętrznego kształtowania się, plazma i jądro zaginą zupełnie, zaginą również całkowicie lub częściowo błony poprzeczne i utworzy się z błon podłużnych tych komórek długa rurka, służąca do przeprowadzania soków roślinnych.

rych organach roślinnych, jak np. w rdzeniu bzu, błony tych komórek pozostają niezmienione (rys. 9); w większości jednak wypadków błony tych komórek ulegają zgrubieniom, niekiedy bardzo znacznym; komórki te pełnią w życiu rośliny rolę mechaniczną (rys. 10); jedne z nich służą roślinie do wzmacniania, nadawania dzięki zgrubiałym błonom sztywności roślinie, inne natomiast służą do przewodzenia soków roślinnych (rys. 11). Komórki te są martwe; wzrost ich i zmiany w ich błonie nastąpiły wówczas, gdy komórki były żywe, t. j. zawierały plazmę i jądro; w chwili, gdy komórki stają się martwe, już nie rosną, a błony ich nie grubieją; komórki te występują w większości wypadków razem obok siebie, skupione w wiązkach; dokładniej poznamy je później.

W ten sposób w organach roślinnych spotykamy kilka typów komórek; komórki, mniej więcej podobnie zbudowane i spełniające jednakowe czynności, występują przeważnie licznie obok siebie i tworzą t. zw. tkanki. Komórki twórcze więc będą tworzyć tkanki twórcze, komórki wyrosłe — tkanki stałe.



Rys. 12 (do ćwic. 7). Komórki skórki z łusek cebuli kuchennej (pow. 120 razy).



Rys. 13 (do ćwic. 8). Komórki wyrosłe, martwe, ze skorupy orzecha włoskiego (pow. 250 razy), z komórek żywych pozostały tylko grube błony z licznymi charakterystycznymi jankami.

Ćwiczenie 7. Zedrzeć skórkę z wewnętrznej strony łuski u cebuli, rozprostować, umieścić na szkiełku mikroskopowym i oglądać pod mikroskopem; zaobserwujemy wyraźnie błonę, jądro, tkwiące w plazmie, i wodniczki jak na rys. 12.

Ćwiczenie 8. Zrobić cienki skrawek ze skorupki orzecha włoskiego, oglądać pod mikroskopem i wyróżnić grube błony martwych ko-

mórek, jak na rys. 13; zdać sobie sprawę z powstawania tych komórek podług schematycznego rys. 10.

Ćwiczenie 9. Zrobić cienki skrawek z rdzenia bzu aptekarskiego i obejrzeć pod mikroskopem; widzimy błony martwych komórek niezgrubiałe, wypełnione powietrzem, jak na rys. 9 E.

3. Chemiczny skład komórek. Podział, wzrost komórek i wytwarzanie się z nich nowych organów wymaga nieustannie nowych substancyj organicznych. Powstaje więc pytanie, skąd te substancje biorą się w roślinie? Zanim jednak odpowiemy na to pytanie, musimy poznać ciała, z których składają się komórki, a więc i cała roślina; innemi słowy musimy się nieco zaznajomić z budową chemiczną komórki.

Woda. Jeżeli jakąkolwiek roślinę świeżą zgnieciemy, to wypłynie z niej sok; sok ten będzie zawierał wodę z rozpuszczonymi ciałami mineralnymi i organicznymi. W komórkach więc roślinnych występuje woda; ilość wody w roślinie obliczyć bardzo łatwo; ważymy jakąkolwiek roślinę świeżą, następnie ją dokładnie suszymy i ponownie ważymy; różnica w wadze będzie wykazywać ilość wody w roślinie; w ten sposób obliczono, że ilość wody w roślinie jest bardzo znaczna, bo wynosi 80 do 95⁰/₀; oczywiście, soczyste części rośliny, jak np. owoce gruszy, pędy roślin wodnych, zawierają znaczniejsze ilości wody, natomiast nasiona suche posiadają mniejsze ilości wody.

Popiół roślinny i zawarte w nim ciała mineralne. Po wysuszeniu i usunięciu wody pozostaje nam t. zw. sucha masa; jeżeli ją spalimy, to pozostanie popiół. Dokładne badania wykazują, że popiół ten składa się ze związków nieorganicznych i stale w tym popiele znajdujemy następujące pierwiastki: siarkę, fosfor, potas, wapń, magnez, żelazo, chlor, sól; prócz tego w popiołach wielu roślin możemy znaleźć jeszcze: krzem, mangan i inne.

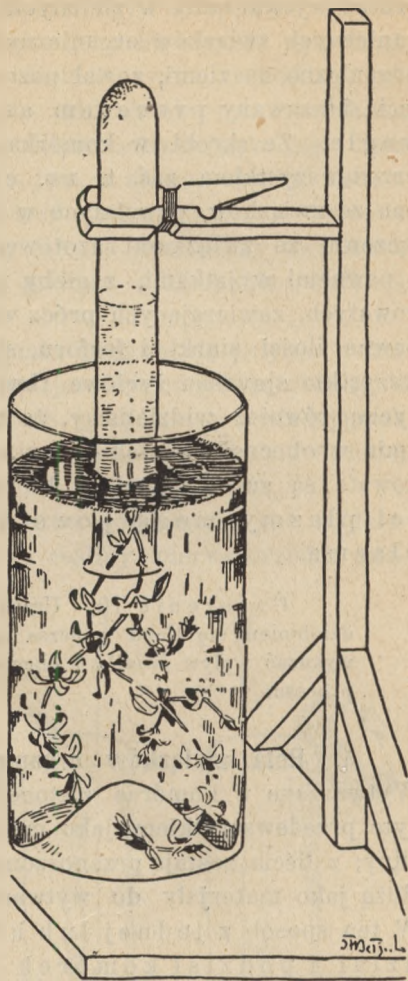
Wodę wraz z substancjami mineralnymi roślina pobiera korzeniami, przyczem rośliny mają zdolność wybierania i pobierania pewnych ciał mineralnych w mniejszej lub większej ilości. Woda ta wraz z solami mineralnymi dostaje się do komórek roślinnych; wewnątrz roślinnej komórki sole mineralne odgrywają bardzo ważną rolę, gdyż, między innymi, woda nadaje komórkom, a tem samem całym organom roślinnym sztywność. Komórki pozbawione dopływu wody tracą swą jędrność i więdną; roślina więdnąca, umieszczona zpowrotem w wodzie, znów odzyskuje swą jędrność. Zdolność pobierania wody posiadają tylko komórki żywe.

Substancje organiczne. Pozostałe części suchej masy rośliny przy spalaniu ulotniły się, t. j. zamieniły się w gazy; badania wykazują, że przy spalaniu rośliny wytwarzają się: przedewszystkiem dwutlenek węgla, para wodna i związki azotowe; w cieple więc rośliny prócz już wymienionych pierwiastków występują jeszcze: węgiel, wodór, tlen i azot; ciała, w skład których wchodzi te pierwiastki, nazywamy ciałami albo związkami organicznymi; zależnie od tego czy te związki organiczne zawierają azot, czy też go nie zawierają, dzielimy je na związki organiczne azotowe i związki organiczne bezazotowe.

Najbardziej rozpowszechnionym związkiem organicznym bezazotowym w roślinach jest t. zw. mączka albo skrobia; wykryć ją w roślinie bardzo łatwo, ma bowiem tę właściwość, że przy polaniu jodyną barwi się na niebiesko. Zielony liść jakiegokolwiek rośliny zerwany w ciągu dnia, zanurzony w alkoholu w celu odbarwienia zieleni, a później polany jodyną jest prawie że czarny; komórki jego są przepełnione skrobią; gdybyśmy to samo zrobili z liściem rośliny, przez pewien czas trzymanej w ciemności, to w komórkach liścia jużbyśmy skrobi prawie wcale nie znaleźli; natomiast roślina zpowrotem trzymana na świetle już po kilku minutach wykaże obecność skrobi w komórce.

4. Asymilacja — przyswajanie. Skąd więc skrobia bierze się w liściu? Skrobia przy spalaniu zamienia się na dwutlenek węgla i wodę, przyczem wydziela się wtedy pewna ilość ciepła; zawsze, jak przy zjawisku spalania się, zostaje wtedy pobierany tlen; dwutlenek węgla, wydzielany przy spalaniu i oddychaniu, znajduje się zawsze w pewnej nieznaczonej ilości w atmosferze (prawie stale w stosunku 3 do 10000): otóż roślina posiada zdolność do pobierania dwutlenku węgla z powietrza i w połączeniu z wodą, pobraną korzeniami, wytwarza w komórkach cukier albo skrobię; jednocześnie przy procesie tym zostaje wydzielony tlen; proces ten może odbywać się tylko w zielonych częściach rośliny, zawierających ciążka zieleni i tylko na świetle; energję, potrzebną do wytworzenia skrobi, roślina pobiera ze słońca. Proces ten niewidoczny dla wzroku możemy wykazać przy pomocy specjalnych doświadczeń; w pewnych wypadkach, jak np. u roślin wodnych, wydzielanie się tlenu i zależność tego wydzielania się od światła i obecności dwutlenku węgla wykazać można bardzo łatwo, jak to mamy przedstawione na rys. 14.

Rys. 14 (do ćwicz. 10). Doświadczenie wykazujące wydzielanie się tlenu przy procesie przyswajania. Bierzemy naczynie, napełniamy je czystą (nieprzegotowaną) wodą i w wodzie tej zanurzamy kilka świeżych gałązek moczarki; następnie bierzemy szeroką probówkę, napełniamy wodą całkowicie i, przytrzymując palcem, zanurzamy otwartym końcem nieco w wodzie w naczyniu; probówkę tę przymocowujemy, jak na rysunku, i wprowadzamy do niej końce gałązek moczarki. Jeżeli tak ustawione naczynie z moczarką wystawimy na światło słoneczne, to zobaczymy, że z gałązek moczarki wydzielają się pęcherzyki gazu; pęcherzyki te zbierają się u góry w próbówce i po pewnym czasie usuną wodę i wypełnią całą probówkę. Probówkę tę odejmujemy, zatykamy otwór palcem i wkładamy w nią tlejącą się zapalkę; zapalka zapłonie jasnym płomieniem, co dowodzi, że w próbówce znajdował się tlen, wydzielony przy procesie asymilacji. Powtarzamy to doświadczenie jeszcze raz, ale po pewnym czasie zasłaniamy naczynie czarnym papierem i nie dopuszczamy światła do moczarki; wydzielanie się pęcherzyków ustaje, co dowodzi, że zjawisko asymilacji może się odbywać tylko na świetle. Powtarzamy doświadczenie jeszcze raz z tą różnicą, że do naczynia nalewamy wody świeżo przegotowanej; chociaż doświadczenie to robimy również na słońcu, pęcherzyki jednak nie wydzielają się; wystarczy jednak dolać wody sodowej, zawierającej dwutlenek węgla, a znów nastąpi wydzielanie się pęcherzyków. Zjawisko przyswajania może się odbywać tylko na świetle i w obecności dwutlenku węgla (woda przegotowana, jak wiemy, nie posiada gazów).



Rys. 14.

Z gazu więc dwutlenku węgla i wody powstaje w komórkach zielonych ciało stałe — skrobia. W skrobi znajdują się nie tylko pierwiastki chemiczne w odpowiednim stosunku, ale i pewna ilość ciepła, która się wydzieliła przy spalaniu. Ten niezmiernie ważny

proces wytwarzania w zielonych komórkach roślinnych z ciał nieorganicznych związków organicznych, proces, od którego zależy życie organiczne na ziemi, został poznany i zbadany w końcu XVIII stulecia i nazwany procesem asymilacji albo przyswajania węgla. Ze skrobi w komórkach roślinnych powstają inne ciała, przede wszystkim zaś t. zw. ciała białkowe. Tworzą się one ze związków, powstałych w roślinie z przyswojenia węgla w połączeniu ze związkami azotowymi; przytem azot pobiera roślina, z pewnemi wyjątkami, z gleby przy pomocy korzeni. Z ciał białkowych, zawierających prócz węgla, tlenu, wodoru i azotu jeszcze pewne ilości siarki i fosforu, składa się plazma. Jak mówiliśmy, wszystkie zjawiska życiowe tkwią w plazmie — bez plazmy niema życia; również widzieliśmy, że związki organiczne powstają w plazmie w obecności ciałek zieleni. Przyswojone roślinie związki białkowe są substancjami, z których powstaje plazma. Nowe ilości plazmy mogą powstawać tylko tam, gdzie jest plazma.

Ćwiczenie 10. Urządzić i przeprowadzić doświadczenie z wydzielaniem się tlenu podczas asymilacji u moczarki, jak na rys. 14, wykazać wpływ światła i obecności dwutlenku węgla na przebieg tego procesu.

5. Rola związków organicznych, wytwarzanych w roślinie. Wytwarzane w komórce zielonej substancje organiczne zostają zużyte przede wszystkim jako materiał budulcowy przy wzroście rośliny; z liścia zostają przenoszone do rosnących części rośliny i tam służą jako materiały do wytwarzania i wzrostu nowych komórek. W ten sposób z jednej lub kilku komórek przez ich podział i podział komórek potomnych, oraz przez wytwarzanie w roślinie dzięki procesowi przyswajania coraz to nowych substancyj organicznych i pomnażania plazmy powstają organy roślinne, które u niektórych drzew dochodzą do znacznych rozmiarów.

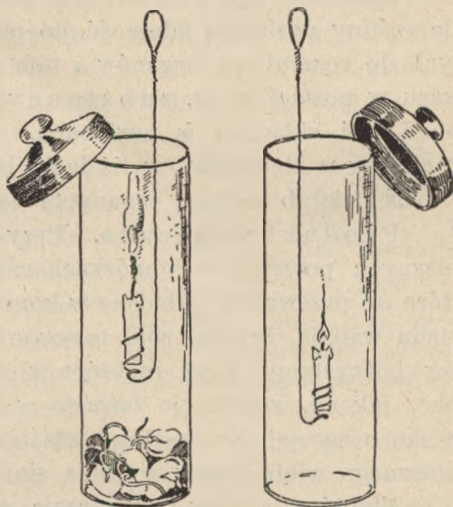
Oddychanie. Rozwijająca się w normalnych warunkach roślina ma w atmosferze poddostatkim dwutlenku węgla, niezbędnego do wytwarzania substancji organicznej; gdybyśmy jednak hodowali roślinę w atmosferze pozbawionej dwutlenku węgla, to znaczy pod kloszem, z którego usunięto ten gaz, to roślina nie wytwarzałaby substancji organicznej i po pewnym czasie zginęłaby; okazuje się również, że gdybyśmy roślinę hodowali w atmosferze pozbawionej

zupełnie tlenu, to chociażby inne warunki były sprzyjające, roślina rozwijałaby się nienormalnie, a po jakimś czasie również zginęłaby. Dopiero bowiem na początku XIX stulecia wykryto, że rośliny, podobnie jak zwierzęta, oddychają i że oddychanie jest zjawiskiem niezmiernie ważnem, nieustannie w roślinie odbywajacem się. Sam proces oddychania u roślin zielonych jest w swoim wyniku końcowym zjawiskiem odwrotnem do procesu przyswajania; w procesie oddychania zostaje bowiem pobierany tlen, a wydzielany dwutlenek węgla i woda; oprócz tego podczas procesu oddychania wydziela się ciepło.

Podczas gdy zjawisko przyswajania odbywa się jedynie w komórkach zielonych i tylko na świetle, zjawisko oddychania odbywa się nieustannie we wszystkich komórkach żywych, tak posiadających ciała zielone, jak i nie wytwarzających ich, zarówno na świetle, jak i w ciemności.

Jednym z najważniejszych momentów oddychania jest wydzielanie ciepła; ciepło to posiada w życiu rośliny pierwszorzędne zna-

Rys. 15 (do ćwic. 11). Doświadczenie, wykazujące pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla podczas oddychania. Przygotujemy dwa słoje; do jednego z nich wrzucamy świeżo wykiełkowane nasiona jakiegokolwiek rośliny, np. grochu lub fasoli; słoje ten szczelnie zamykamy i umieszczamy w miejscu ciepłym; drugi słoje zostawiamy pusty i również go szczelnie zamykamy i umieszczamy obok pierwszego słoju. Po kilkunastu godzinach pierwszy słoje ostrożnie otwieramy i wprowadzamy do niego zapaloną świecę; świeca zgaśnie natychmiast, podczas gdy w drugim słoju pali się normalnie. Kielkujące nasiona, oddychając, zużyły tlen w słoju i dlatego świeca w nim palić się nie może. Powtarzamy



Rys. 15.

jeszcze raz to doświadczenie z tą różnicą, że w każdym słoju umieszczamy małe naczynko z wodą wapienną; po kilkunastu godzinach otwieramy słoje i widzimy, że w słoju z kiełkującymi nasionami woda wapienna zmętniała; nasiona bowiem, oddychając, wydzielają dwutlenek węgla, który powoduje zmętnienie wody wapiennej; natomiast w drugim słoju woda wapienna pozostała niezamącona.

czenie, stanowi bowiem źródło energii, potrzebnej do wykonywania rozmaitych czynności życiowych. Tak np. źródłem siły, wywołującej krążenie plazmy, które poznaliśmy w komórkach u moczarki, jest ciepło, wytwarzane przy oddychaniu. Jeżeli roślinie uniemożliwimy oddychanie, przerwawszy dopływ tlenu, to ruch zarodki ustaje.

Podobnie jak proces przyswajania, tak i proces oddychania u roślin możemy wykazać jedynie przy pomocy doświadczenia. Jedno z takich doświadczeń, wykazujące wydzielanie się podczas oddychania tlenu, mamy przedstawione na rys. 15.

Widzimy więc, że przy procesie oddychania roślina traci nieustannie pewne ilości substancyj, wytworzonych przy procesie asymilacji. W ten sposób w roślinie odbywają się dwa procesy: proces twórczy wytwarzania substancyj organicznych i proces rozkładu tych substancyj. Procesy te obejmujemy nazwą przemiany materji.

Ćwiczenie 11. Urządzić i przeprowadzić doświadczenie, jak na rys. 15 i wykazać wydzielanie się tlenu przy oddychaniu.

Substancje zapasowe. Jak to poniżej zobaczymy, wszystkie rośliny posiadają zdolność do przenoszenia substancyj organicznych do rozmaitych organów i tam składania ich na pewien przeciąg czasu w postaci t. zw. substancyj zapasowych; substancje te mogą być składane w nasionach, w kłęczach, jak u zawilca, bulwach, jak u ziemniaka, w liściach, jak u kapusty, w korzeniach, jak u marchwi lub buraka; organy te dokładniej poznamy później.

Produkty uboczne. Przy nieustannych przemianach chemicznych powstaje w komórkach cały szereg produktów ubocznych, które są przeważnie składane w komórkach, jak np. kryształy szczawianu wapnia, żywica, soki mleczne i inne. Z wielu takich produktów korzystamy, gdyż niektóre z nich są używane w lecznictwie; inne, jak np. substancje zawarte w listkach herbaty, służą jako przyprawka o specjalnym smaku i właściwościach pobudzających; z soku mlecznego wielu drzew wyrabia się gumę kauczukową i t. d.

Niektóre rośliny wytwarzają w komórkach swych substancje, które po zjedzeniu rośliny przez zwierzęta lub ludzi działają jako silne trucizny; zwierzęta przeważnie „znają” te rośliny i omijają je; w ten sposób substancje te służą jako obrona rośliny przed zniszczeniem lub pożarciem przez zwierzęta.

6. Rozkład roślin po śmierci. Pobrane z wodą przez korzeń substancje nieorganiczne pozostają w organach roślinnych przez całe ich życie i zostają wydzielone dopiero po śmierci rośliny, kiedy roślina traci swe wła-

ściwości życiowe, schnie lub gnieje. Substancje organiczne albo również tkwią w organie roślinnym do końca jego życia, albo też rozkładają się; przyczem pierwiastki: węgiel, tlen, wodór, zostają wydzielone z rośliny jako dwutlenek węgla i woda przy oddychaniu i woda przy transpiracji. Przy ostatecznym więc rozkładzie organów roślinnych po śmierci wydzielają się te wszystkie ciała, z których roślina powstała, a więc dwutlenek węgla, woda, związki azotowe i inne, oraz ciała mineralne. Przy tym rozkładzie wydzielą się ciepło, powstałe z energii, którą roślina pobrała przy procesie asymilacji węgla. Ciepło to również wydzielamy przy paleniu drzewa i węgla; węgiel kamienny, którym palimy w piecu, powstał, jak wiemy, z ciał organicznych roślinnych, rosnących na kuli ziemskiej w niezmiernie odległych czasach, w t. zw. okresie węgla kamiennego. Paląc więc w piecu, ogrzewamy się ciepłem słonecznym z tych niezmiernie odległych czasów.

KIEŁKOWANIE ROŚLIN. WZROST I BUDOWA PĘDU.

Mówiliśmy już, że rośliny kwiatowe wyrastają z nasion. Teraz więc przyjrzymy się budowie nasion i ich kiełkowaniu. Jako przykład weźmiemy nasiona fasoli (*Phaseolus vulgaris*) i ziarna pszenicy (*Triticum sativum*).

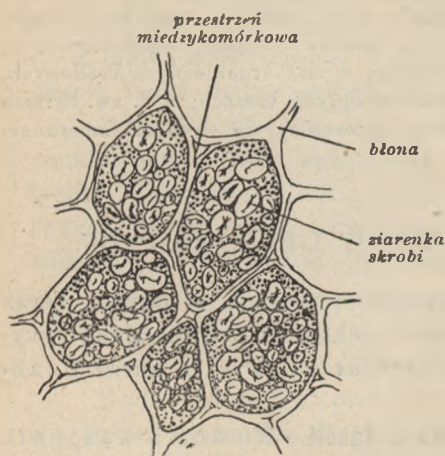
1. **Kiełkowanie i wzrost pędu u fasoli.** Budowa nasienia fasoli (rys. 16). Nasiona fasoli są stosunkowo duże i łatwo rozpoznać ich budowę. Mają one kształt owalny, nerkowaty; z jednej strony widzimy t. zw. **znaczek** — w tem właśnie miejscu nasienie, które, jak wiemy, powstało z owocu, było przyrośnięte do owocni owocowej. Na zewnątrz nasienie jest okryte cienką łupiną; łupina ta została utworzona z błon zamartwych komórek. W nasionach rozmoczonych, t. j. zanurzonych na kilka godzin w wodzie, łupinę można odchylić i zdjąć bardzo łatwo. Po usunięciu łupiny pozostają nam dwa duże mięsiste, jasne utwory, zwane **liścieniami**; po odchyleniu liścienia znajdujemy między niemi drobny, nieco zgięty **kiełek**, składający się z **pąka** i **korzonka**. Liścienie razem z kiełkiem tworzą t. zw. **zarodek**. Gdybyśmy dokładnie obejrzelili pąk w kiełku fasoli, to okazałoby się, że jest on zbudowany podobnie jak pąk kapusty i moczarki; nazewnątrz otulają pąk drobne listki, złożone wzdłuż głównego nerwu, wewnątrz pąka znajdują się listki drobniejsze, pąki boczne i ich zaczątki, a na szczycie wierzchołek wzrostowy.



Rys. 16 (do ćwic. 12). Zarodek fasoli po oderwaniu jednego liścienia. Nieco powiększone.

Ćwiczenie 12. Przejrzeć budowę nasion fasoli podług załączonego wykładu i rys. 16; wyróżnić łupinę, liścienie i kiełek.

Budowa liścieni (rys. 17). Liścienie fasoli są dość grube, mięsiste, ze strony zewnętrznej wypukłe, wewnątrz przystające do siebie płasko. Gdybyśmy z nich zrobili cienki skrawek i oglądali go



Rys. 17 (do ėwicz. 13). Skrawek z liścienia fasoli przy znaczniejszem powiększeniu pod mikroskopem; widać komórki pełne skrobi i ciał białkowatych (drobne ziarna); komórki te również zawierają plazmę i jądra.

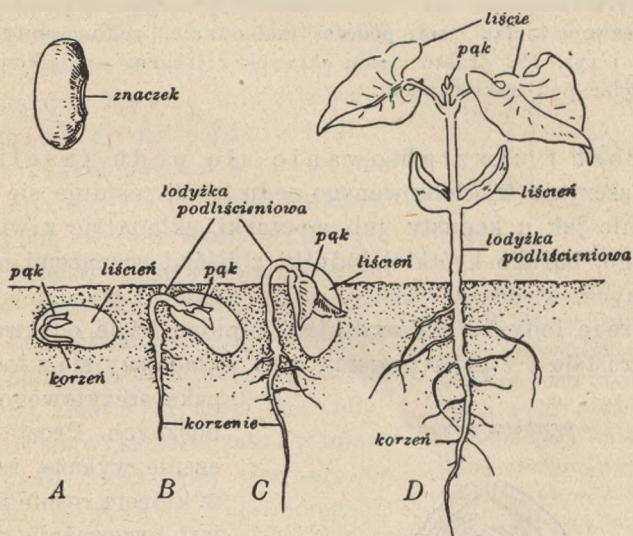
pod mikroskopem, to się okaże, że liścienie, podobne jak każdy inny organ roślinny, składają się z licznych komórek. Komórki te zawierają plazmę, jądro oraz liczne ziarenka owalne, soczewkowate, które barwią się jodem na niebiesko; są to ziarenka skrobi. Prócz tego w komórkach dostrzegamy jeszcze drobne ziarenka, barwiące się od jodu żółcisto-żółto; badania chemiczne dowodzą, że są to ciała białkowe; nazywamy je aleuronem. Jak już wiadomo, skrobia i ciała białkowe powstają w liściu. Właśnie z liści tej rośliny, na których powstały nasze nasiona, substancje organiczne zostały przeniesione do nasion

i, jako substancje zapasowe, złożone w liścieniach. O przeznaczeniu tych ciał dowiemy się, śledząc kiełkowanie nasion fasoli.

Ćwiczenie 13. Zrobić cienki skrawek z liścieni nasion fasoli i umieścić na szkiełku w wodzie lub w wodzie z dodaniem gliceryny i oglądać pod mikroskopem; wyróżnić błony komórkowe i skrobię; dodać jodyny i wyróżnić skrobię oraz ciała białkowe, jak na rys. 17; jądra dopiero możemy zobaczyć po odpowiednim zabarwieniu; przy większem powiększeniu można obejrzeć kształt ziaren mączki; są one owalne i mają bardzo charakterystyczne współśrodkowe warstwy; prócz tego w ziarnach tych możemy dojrzeć podłużne szpary.

Kiełkowanie nasion fasoli (rys. 18). Nasienie fasoli, trzymane przez kilka godzin i rozmiękle w wodzie, a potem przeniesione w miejsce ciepłe i wilgotne, a więc w glebę, na mokrą bibułę, watę lub wilgotne trociny, zaczyna kiełkować. Kiełkowanie

to przede wszystkim polega na wzroście pąka i korzonka; zarówno pąk, jak i korzonek w kielku składają się przeważnie z komórek twórczych, które przy kiełkowaniu zaczynają się intensywnie dzielić; korzonek i pąk wydłużają się i wysuwają nazewnątrz (najpierw korzeń, a dopiero później pęd), przebijając się przez łupinę. Po kilku lub kilkunastu dniach kiełkowania z nasienia fasoli wyrośnie drobna roślina, składająca się z korzenia oraz pędu z liśćmi i liśćmi; część łodygi, leżąca między korzeniem i liściami, nosi nazwę łodyżki podliściennej. Wraz ze wzrostem ro-



Rys. 18 (do ćwic. 12 i 14). Kiełkowanie nasion fasoli.

śliny zwiększa się i jej masa; substancje, potrzebne do zwiększania swego ciała przy wzroście podczas kiełkowania czerpie roślina z poznanych już przez nas ciał zapasowych w liścieniach; jednocześnie rozwinięty korzeń pobiera w znacznej ilości wodę i sole mineralne; zielone liście również po rozwinięciu się wytwarzają substancje organiczne; ilość ciał zapasowych w liścieniach powoli się zmniejsza, wkrótce się wyczerpuje, i liścienie u fasoli, spełniwszy swe zadanie, schną i odpadają. Odtąd roślina rozwija się już sama, to znaczy potrzebne jej do życia i rozwoju substancje mineralne pobiera z gleby korzeniami, a substancje organiczne wytwarza w liściach.

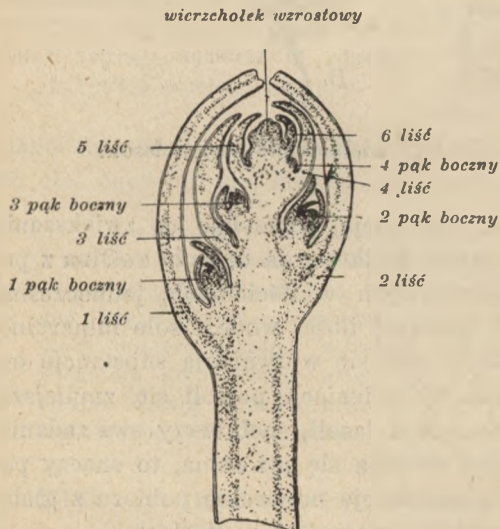
Normalnie, jak nasiona prawie wszystkich roślin, fasola kiełkuje w glebie i musi się przebić kielkiem przez ziemię. Po wykiełkowaniu

rośnie silniej łodyżka podłścieniowa, która przy tem wygina się i tworzy rodzaj kolanka; tem kolankiem rozwijający się pęd przebija się na powierzchnię, poczem wyprostowuje się i rośnie pionowo ku górze.

Przy kiełkowaniu roślina nie tylko pobiera pewne substancje organiczne, ale wykonywa również i pracę; energję do tej pracy roślina czerpie z procesu oddychania, proces ten podczas kiełkowania jest szczególnie silny; roślina, oddychając, wydziela tyle ciepła, że temperatura przy niej może wynosić o kilka do kilkunastu stopni wyżej niż temperatura otoczenia.

Ćwiczenie 14. Wykiełkować i przerysować poszczególne stadia rozwoju kielka fasoli podczas kiełkowania, podług powyższego układu i rys. 19. Zrobić cienki skrawek z liścieni wykiełkowanej fasoli i oglądać pod mikroskopem.

Wzrost i ukształtowanie się pędu fasoli (rys. 19 i 20). Na szczycie wykiełkowanego pędu fasoli znajduje się pąk, który, podobnie jak u kapusty lub moczarki, składa się z wierzchołka wzrostowego, bardzo krótkiej łodyżki z liśćmi rosnącymi oraz z pąków bocznych. Podczas wzrostu pędu komórki się dzielą i rosną, wskutek czego łodyżka się wydłuża, skupione liście odsuwają się od siebie, wyrastają i z pąka powstaje pęd, składający się z łodygi, liści

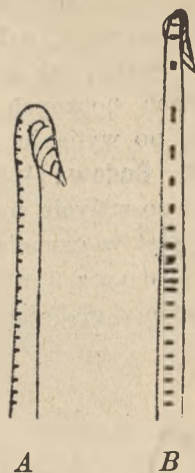


pąka szczytowego i pąków bocznych. Proste doświadczenie wykaże, że miejsce, w którym rośnie pęd fasoli, jest przeważnie ograniczone. Jeżeli na rosnącym pędzie fasoli (rys. 20) nakreślmy tuszem poprzeczne kreski w odstępach np. milimetrowych, to następnego dnia zobaczymy, że pęd się wydłużył, a najsilniej rozsunięte kreski pod samym szczytem wykazują, że w tem miejscu wzrost był najsilniejszy; wytworzone w wierzchołku wzrostowym komórki tutaj pobierają wodę i wydłużają

Rys. 19. Schematyczny przekrój przez pąk fasoli z oznaczeniem kolejności liści i pąków.

się. Kreski bardziej odległe od szczytu odsunęły się słabiej, a w pewnym miejscu nie odsunęły się wcale; w tem ostatniem miejscu oczywiście roślina już nie rośnie, a komórki przeważnie już wyrosły i ostatecznie się wykształtowały. Jeżeli ponownie na tym pędzie zaznaczymy kreski, to następnego dnia zobaczymy znów to samo: najsilniejszy wzrost był pod szczytem, a miejsce najsilniejszego wzrostu z dnia poprzedniego odsunęło się od szczytu i wzrost w nim był słaby. W następnych dniach miejsce to odsunie się od szczytu jeszcze dalej i wzrost w nim zupełnie ustaje. Każde więc wyrosnięte miejsce na pędzie fasoli przechodziło przez wszystkie stadja rozwojowe: było najpierw wierzchołkiem wzrostowym, w którym na skutek intensywnego podziału powstawały nowe komórki, później rosło najsilniej, a komórki znajdowały się przeważnie w stadium wydłużania się; wzrost jego później słabł i wreszcie dane miejsce zupełnie się wykształtowało i w miarę wzrostu pędu coraz dalej odsuwało się od szczytu. W pewnym więc momencie na rosnącej roślinie można wyróżnić miejsce, w którym roślina rośnie najintensywniej, miejsce, w którym rośnie coraz słabiej, i wreszcie miejsca ukształtowane, w których roślina już zupełnie nie rośnie. Tego rodzaju wzrost nazywamy wzrostem wierzchołkowym. Liście dolne na pędzie są, jak widzimy, najstarsze i w miarę posuwania się ku szczytowi — coraz młodsze. W zarodku więc pęd rośliny nie jest wykształcony odrazu, ale w miarę wzrostu powstają na nim nowe organy.

Znajdujące się na wyrosniętym pędzie pąki w kącie liści są zbudowane podobnie, jak pąk szczytowy, a więc zawierają wierzchołek wzrostowy z tkanką twórczą i mogą w pewnych warunkach wyrostać; wzrost ich wtedy odbywa się podobnie, jak wzrost pędu głównego. Wzrost roślin odbywa się w miejscach mniej lub bardziej odsuniętych od liści przyswajających, tworzących substancje orga-



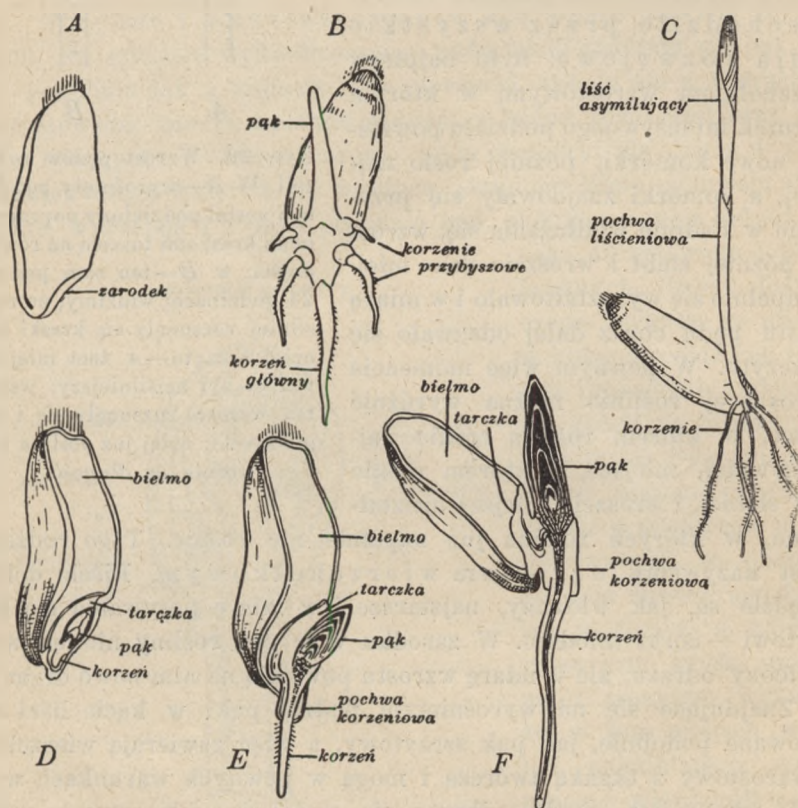
Rys. 20. Wzrost pędów u fasoli. W *A*—wyrosnięty pęd fasoli został podzielony poprzecznymi kreskami tuszem na równe części; w *B*—ten sam pęd po 24 godzinach; widzimy, że najsilniej rozsunęły się kreski poniżej szczytu—w tem miejscu wzrost był najsilniejszy; wskutek wzrostu rozsunęły się i same kreski; niżej już roślina nie rośnie na długość.

niczne; substancje te, oczywiście, muszą być doprowadzone z liści do miejsc wzrostu.

Wzrost pędu naszych roślin zielnych nie jest nieograniczony; u wielu roślin, jak np. u glistownika, pęd główny i pędy boczne kończą się kwiatami, a kwiat zawsze kończy wzrost pędu; u innych natomiast roślin, jak np. u jasnoty, fasoli, u których kwiaty wyrastają na pędach bocznych, pęd główny rozwija się do pewnej wysokości, poczem po wydaniu owoców z nasionami zamiera.

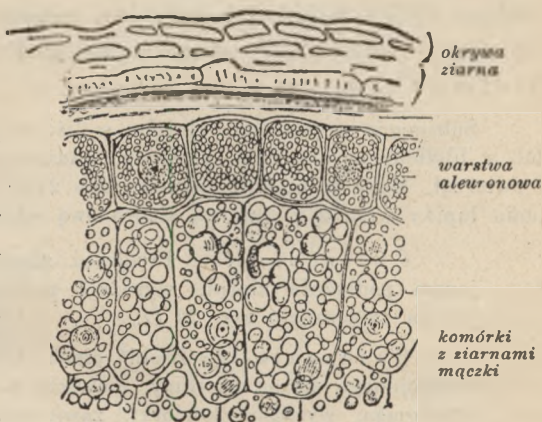
2. Budowa i kiełkowanie ziarn u traw. Jak się później przekonamy, to, co w życiu codziennem nazywamy nasieniem pszenicy, żyta lub owsa—jest w gruncie rzeczy owocem; nazywać je będziemy ziarnami.

Budowa ziarna pszenicy (rys. 21 i 22). Ziarna pszenicy są owalne z głęboką brózdą podłużną; u dołu ze strony przeciwnej



Rys. 21. Budowa i kiełkowanie ziarn pszenicy (do ćwic. 15 i 17); w A, B i C ziarna i ich kiełkowanie widoczne z zewnątrz, w D, E i F te same ziarna w przekroju (powiększone kilka razy).

brózdę wyraźnie odcina się miejsce, w którym pod łupiną znajduje się zarodek. Przecinamy nieco rozmoczone ziarno pszenicy wzdłuż brózdę i oglądamy jego wewnętrzną budowę (rys. 21 D). Naprzód u dołu widzimy drobny, skośnie ustawiony kielek, składający się z pąka i korzonka; natomiast wewnątrz ziarna jest wypełnione białą masą. Robimy cienki poprzeczny przekrój przez ziarno przy brzegu i rozpatrujemy go pod mikroskopem; widzimy wtedy (rys. 22), że, podobnie jak w liścieniach, masa ta składa się z komórek, wypełnionych drobnymi soczewkowatymi ziarenkami; po dodaniu jodu ziarenka te barwią się na ciemno-niebiesko; są to bowiem, również jak u fasoli, ziarenka skrobi; wypełniają one komórki żywe i stanowią w nasieniu substancje zapasowe; ta część największa w ziarnie pszenicy, którą wypełniają substancje zapasowe, nosi nazwę bielma; inną nieco zawartość wykazują nam komórki, tworzące zewnętrzną warstwę w bielmie; są one wypełnione drobnymi ziarenkami, które po dokładnym badaniu okazują się ciałkami białkowatymi—aleuronem. Bielmo nie przystaje bezpośrednio



Rys. 22 (do ćwic. 16). Przekrój poprzeczny przez ziarno pszenicy (przy brzegu), oglądany pod mikroskopem przy powiększeniu 240 razy; tuż pod okrywą ziarna widzimy warstwę komórek, zawierającą obficie ciała białkowe w postaci t. zw. aleuronu; następne warstwy komórek miękkich są pełne skrobi; ziarenka skrobi u pszenicy mają kształt soczewkowaty.

do kielka, ale jest oddzielone od niego tarczowatym listkiem, t. zw. tarczka; tarczka swym położeniem odpowiada najprawdopodobniej liścieniom fasoli; to też tarczkę tę będziemy nazywać również liścieniem; kielek z liścieniem tworzą zarodek.

Miedzy nasionami fasoli a ziarnami pszenicy widzimy już dwie różnice:

u fasoli były dwa liścienie, w ziarnach pszenicy znajduje się tylko jeden liścień; fasola i takie rośliny, jak groch, konopie, jaskier, pokrzywa, jasnota, glistownik, u których w nasionach zawsze znajdziemy dwa liścienie, należą do roślin dwuliściennych; nato-

miast pszenica, jak i wszystkie trawy, a oprócz tego i takie rośliny, jak lilje, cebule i inne, tworzą w nasionach tylko jeden liścień i należą do roślin jednoliściennych:

w nasionach fasoli substancje organiczne zapasowe były zgromadzone w liścieniach; w ziarnach zaś pszenicy substancje organiczne zapasowe są złożone w bielmie; nasiona takich roślin, jak fasola, groch, kasztanowiec i inne, u których substancje pokarmowe są złożone w liścieniach, nazywamy bezbielmowymi; natomiast nasiona takich roślin, jak pszenica, jaskier i wiele innych, u których substancje organiczne zapasowe są złożone w bielmie, nazywamy bielmowymi.

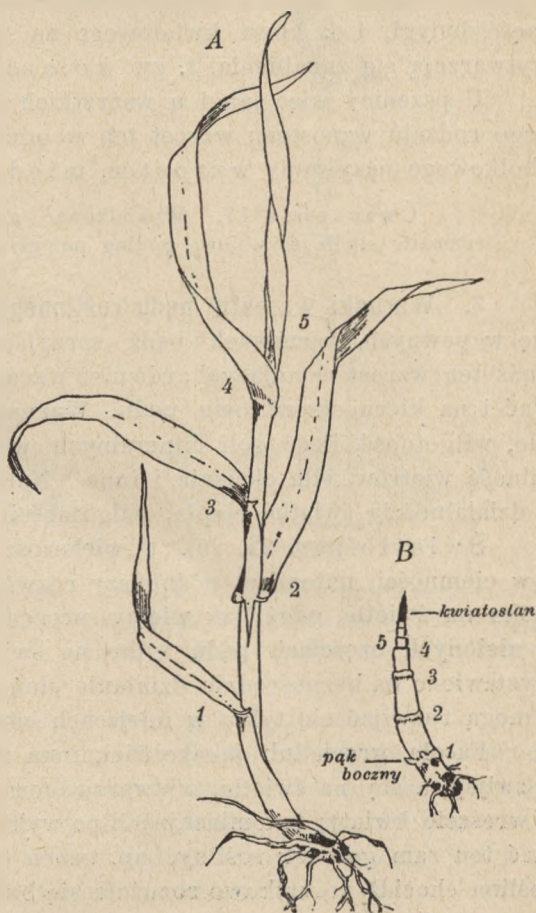
Substancje organiczne, złożone w liścieniach nasion fasoli, grochu, lnu, lub w bielmie nasion żyta, pszenicy, oddawna służą jako pokarm dla ludzi i zwierząt. Mąka w bielmie pszenicy lub żyta musi być zmielona; przy mieniu łupiny wraz z z warstwą aleuronową odpadają i tworzą t. zw. otręby.

Ćwiczenie 15. Przejrzyć ziarno pszenicy oraz na przekrojem podłużnie ziarno wyróżnić pod lupą bielmo, tarczkę i kielek, jak na załączonym rys. 21 D.

Ćwiczenie 16. Zrobić cienki skrawek poprzeczny przy brzegu rozkrojonego ziarna pszenicy, umieścić w glicerynie i oglądać pod mikroskopem; wyróżnić komórki, zawierające skrobię, ciała białkowe, jak na rys. 22; przy większem powiększeniu oglądamy ziarna mączki; są one soczewkowate, przyczem obok ziarn dużych widzimy o wiele mniejsze.

Kiełkowanie i wzrost pędu pszenicy (rys. 22 i 23). Ziarna pszenicy trzymamy kilkanaście godzin w wodzie, aby rozmiękły, a następnie umieszczamy w miejscu ciepłym, wilgotnym; po kilku dniach ziarna pszenicy zaczynają kiełkować; podobnie jak u fasoli korzonek, rosnąc, pierwszy przebija łupinę ziarna i wyrasta nazewnątrz; u podstawy jest on otoczony tak zw. pochwą korzeniową; nieco później wyrasta krótki, stożkowaty pęd; pęd taki składa się z kilku tutkowato zwiniętych liści, wyrastających u wierzchołka wzrostowego. Łodyga jest bardzo krótka i jeszcze nie wyrasta; zewnętrzny liść na wykiełkowanym pędzie tworzy t. zw. pochwę liścieniową; jest on bladej, zrośnięty, ochrania liście wewnątrz, a przy kiełkowaniu przebija się przez glebę i wyrasta ponad nią. Wzrost korzenia i pędu odbywa się kosztem substancji organicznych nagromadzonych w bielmie, przyczem substancje te zostają pobierane przez tarczkę i przez tarczkę przedostają się do kiełkującej roślinki. Obok korzonka głównego wyrasta jeszcze kilka ko-

rzonków t. zw. przybyszowych; korzonki te rosną, dochodzą do wielkości korzenia głównego, korzeń zaś główny zanika, tak że u pszenicy, jak i u wszystkich traw, rozwija się system korzeniowy, składający się z licznych korzeni przybyszowych, tworzących wiązkę. Wewnętrzne liście w rosnącym pędzie przebijają się przez pochwę liścieniową, rozwijają się i przyswajają; wyrastają również silnie pochwy liściowe, które u traw tkwią jedna w drugiej (nazewnątrż pochwa liścia najstarszego, ku wewnątrz coraz młodsze) i początkowo tworzą rodzaj łodygi. U traw więc naprzód wyrastają liście, wierzchołek wzrostowy bowiem sam rośnie bardzo słabo i wczesnie w nim zaczynają się wyróżnicowywać kształtujące się kwiaty; jeżeli więc weźmiemy pęd pszenicy, żyta lub innej trawy, czyli t. zw. źdźbło, w momencie jak to mamy na rys. 23 i dokładnie u dołu obetniemy liście z pochwami, to odsłoniemy krótką, stożkowatą łodygę z pąkami bocznymi u dołu i z kształtującym się na szczycie kłosem. W pewnym momencie po rozwinięciu się już



Rys. 23. A—źdźbło trawy, tworzące z pochew liściowych pozorną łodygę; B—łodyga tego samego źdźbła po oderwaniu liści (odpowiednie liście numerowane); na szczycie łodyżki widzimy kwiatoślan—kłos; w miejscu oderwania liści węzły.

liści łodyga ta zaczyna rosnąć; rośnie ona już nie szczytem, jak to widzieliśmy u fasoli, lecz w międzywęzłach. Rosnąca łodyga przesuwają się między tutkowato zwiniętymi pochwami liściowymi i kłosem wy-

suwa się nazewnątrz; o tem stadjum mówimy, że pszenica lub inne jakie zboże „kłosi się”; jednocześnie z łodygą wysuwają się nazewnątrz całkowicie pochwy liściowe. W krótkim czasie źdźbło trawy wyrasta zupełnie; źdźbło takie składa się więc z łodygi wewnątrz pustej, z liści długich, równowąskich z długimi pochwami, obejmującemi część łodygi, i z kłosa kwiatowego na szczycie; w węzłach źdźbła wytwarzają się zgrubienia, t. zw. kolanka.

U pszenicy więc jak i u wszystkich traw spotykamy się z innego rodzaju wzrostem; wzrost ten w odróżnieniu od wzrostu wierzchołkowego nazywamy wzrostem międzywęzłowym.

Ćwiczenie 17. Wykiełkować ziarno pszenicy i przerysować rozmaite stadja rozwojowe podług powyższego wykładu i rys. 21 i 23.

3. Warunki wzrostu pędu roślinnego. Każda roślina rozwija się w pewnych warunkach bądź sprzyjających wzrostowi rośliny, bądź ten wzrost hamujących; również warunki otoczenia mogą wpływać i na kierunek wzrostu pędu. Warunkami temi są światło, ciepło, wilgotność, ilość soli mineralnych w glebie, a poza tem działalność wiatrów, siła ciężenia i inne. Narazie zapoznamy się tylko z działalnością światła, ciepła, wilgotności i siły ciężenia.

Światło (rys. 24, 25). U większości roślin nasiona kiełkują i w ciemności, natomiast późniejszy rozwój roślin może się odbywać tylko na świetle, gdyż, jak wiemy, proces przyswajania odbywa się w zielonych częściach pędu tylko na świetle; jedne rośliny rosną wystawione na bezpośrednie działanie słońca, inne na słońcu wędną i mogą rozwijać się tylko w miejscach cienistych.

Fasola, groch lub jakakolwiek inna roślina, po wykiełkowaniu rozwijająca się na świetle, wytwarza coraz to nowe liście i pąki, a wreszcie kwiaty; natomiast jeżeli po wykiełkowaniu będziemy trzymać ten sam gatunek rośliny, np. groch (rys. 25), w ciemności, to roślina chociaż początkowo rozwine się bujniej, wytworzy pęd dłuższy, aniżeli roślina rosnąca na świetle, pędy jednak rośliny trzymane w ciemności stają się wiotkie, w liściach wytwarzają się stosunkowo małe blaszki liściowe; liście te są blado-żółte, gdyż w ich komórkach miękiszowych nie wytwarza się zieleń; roślina taka nie może już przyswajać i rozwija się jedynie kosztem substancyj organicznych, nagromadzonych w liścieniach i po ich wyczerpaniu ginie. Gdybyśmy ważyli suchą masę roślin, rozwijających się w ciemności, to okazałoby się, że sucha masa stale się zmniejsza; roślina traci substancję organiczną przez proces oddychania.

Z licznych badań i obserwacji wynika, że bezpośredni wpływ światła na wzrost pędów wielu roślin wpływa ujemnie; natomiast pędy roślin, rozwijających się w miejscach zacienionych, wyrastają silniej na długość.



Rys. 24. Groch siewny, hodowany na świetle, w trzy tygodnie po wykiełkowaniu.



Rys. 25. Groch siewny (ta sama odmiana, co na rys. 24), hodowany w ciemności, również w trzy tygodnie po wykiełkowaniu.

Normalnie wzniesiony pęd roślinny rozwija się oświetlony równomiernie ze wszystkich stron; okazuje się jednak, że na kierunek wzrostu pędów prócz innych czynników, które później poznamy, ma wpływ i światło. Jeżeli np. jakąkolwiek roślinę rosnącą w miejscu ciemnym oświetlimy tylko z jednej strony, to pęd, który początkowo wyrósł pionowo, zegnę się i będzie dalej rósł w kierunku działającego światła; okazuje się, że zgięcie to nastąpi w miejscach wzrostu pędu; zgięcie to polega na tem, że z jednej strony pęd rośnie silniej, a z drugiej słabiej; zjawisko to możemy zaobserwować np. u ziemniaków, rozwijających się w piwnicach, w których światło dochodzi z jednej strony, lub w roślinach doniczkowych, rosnących w pokojach zdala od okna; i w jednym, i drugim wypadku roślina zwraca się w kierunku światła.

Ciepło. Drugim warunkiem rozwoju rośliny jest pewna temperatura; są wprawdzie znane rośliny, które mogą się rozwijać w tem-

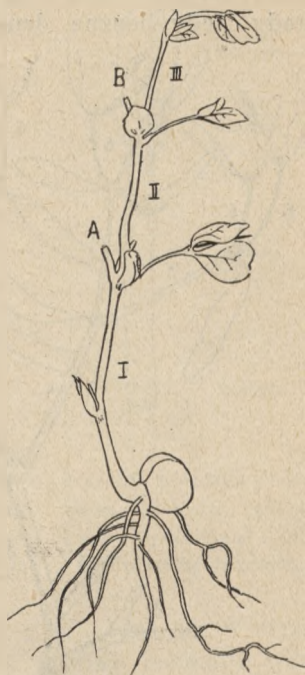
peraturach niskich, przeważna jednak ilość roślin wymaga do swego rozwoju temperatury wyżej zera; większość naszych roślin kiełkuje dopiero przy temperaturze kilku stopni, a normalnie się rozwija w temperaturze koło 15°. Np. fasola i kukurydza zaczynają dopiero kiełkować powyżej 9°, najlepiej i najintensywniej kiełkują przy temperaturze 34°, a powyżej 46° nie kiełkują wcale. Rozwój więc każdej rośliny może się odbywać tylko w pewnych granicach temperatur. Tę temperaturę graniczną, poniżej której kiełkowanie lub wzrost rośliny nie odbywa się wcale, nazywać będziemy minimum temperatury; temperaturę, przy której wzrost lub kiełkowanie odbywa się najintensywniej, a więc temperaturę najbardziej sprzyjającą rozwojowi rośliny, nazywać będziemy optimum temperatury; natomiast temperaturę graniczną, powyżej której wzrost i kiełkowanie ustają, nazywamy maximum temperatury; punkty te zresztą są zależne jeszcze od długości czasu działania temperatury; tak np. można roślinę trzymać przez krótki przeciąg czasu w temperaturach powyżej maximum i to może roślinie nie zaszkodzić; natomiast po dłuższem trzymaniu rośliny w temperaturach poniżej minimum lub powyżej maximum rośliny giną.

Te punkty, zwłaszcza minimum, są inne dla roślin rozwijających się na dalekiej północy, inne w obszarach umiarkowanych, a wreszcie inne dla obszarów tropikalnych, gorących. To też przeważna ilość roślin tropikalnych nie mogłaby się rozwijać w granicach naszych temperatur; rosną one u nas jedynie w cieplarniach, w których wysoka temperatura jest utrzymana sztucznie. Jak to później zobaczymy, temperatura ma wielki wpływ na rozmieszczenie roślinności na kuli ziemskiej.

Wilgotność. Wielki wpływ na życie i budowę pędu ma wilgotność; wystarczy porównać ze sobą np. mięsiste, soczyste kaktusy z pędami roślin, rosnących w miejscach wilgotnych, aby mieć wyobrażenie o wpływie wilgotności na kształty roślin. Wpływ wilgotności będziemy niejednokrotnie omawiać.

Siła ciężenia. Siła ciężenia ma wpływ na kierunek wzrostu rośliny; doświadczenia bowiem wykazały, że zjawisko powszechne wyrastania pędów pionowo w górę, a korzeni w dół jest wywołane wpływem ciężenia ziemi. Roślina, rosnąca normalnie pionowo, ułożona poziomo, zegnije pęd pionowo ku górze; zgięcie to nastąpi w miejscu wzrostu i polega również na tem, że pęd z jednej strony rośnie silniej, a z drugiej słabiej. Ciekawe to zjawisko, zwane dziś *geotropizmem*, już znano i opisywano na początku XIX stulecia.

Stosunek pędu głównego i bocznych (rys. 26). Na budowę i wzrost rośliny również ma wpływ stosunek pędu głównego i pędów bocznych. Np. u grochu normalnie pędy boczne u dołu nie wyrastają, pozostają jako pąki, a wyrasta tylko pęd główny; jeżeli jednak pęd główny ponad którymkolwiek węzłem utniemy, to wtedy rozwinię się jeden z pędów bocznych i zastąpi pęd główny. Istnieje więc w roślinie pewna zależność między pędem głównym i pędami bocznymi; rozwój pędu głównego u grochu hamuje rozwój pędów bocznych. Stosunek wzrostu pędów głównych do pędów bocznych u rozmaitych gatunków roślin jest różny i wyraża się w różnych sposobach rozgałęzienia; pędy boczne, rozgałęziające roślinę, wyrastając z pędów głównych, tworzą z nimi pewien przeważnie ostry kąt; dzięki temu liście na pędach bocznych są odsunięte od pędów głównych i jeden drugiego nie zasłania.



Ćwiczenie 18. Wykiełkować groch, fasolę lub inne rośliny na świetle i w ciemności i porównać.

Ćwiczenie 19. Wykiełkować groch i odciąć na nim pęd główny nad liściem; wyrośnie wtedy pęd boczny, jak na rys. 26.

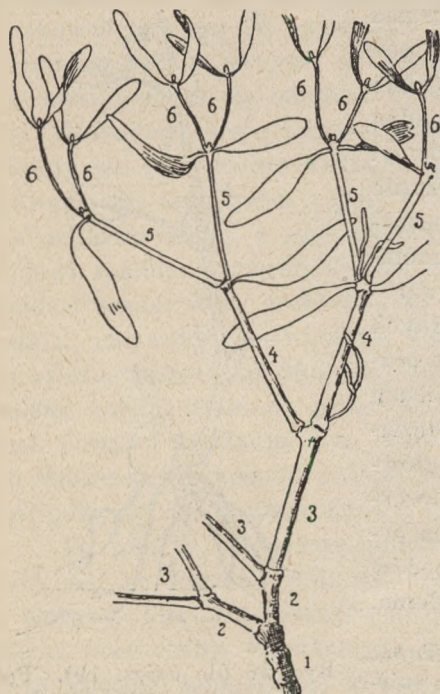
4. Rozgałęzienie pędu (rys. 27).

U niektórych roślin, jak np. len, groch, pąki boczne na pędzie głównym u dołu się nie rozwijają; rozwijają się dopiero u góry pędy dźwigające kwiaty; o takiej roślinie możemy powiedzieć, że się nie rozgałęzia.

U licznych jednak roślin, jak np. u znanego przez nas glistenika, pędy boczne normalnie wyrastają i osiagają nawet wielkość pędu głównego; o takich roślinach mówimy, że się rozgałęziają, a rozgałęzienie w danym wypadku nazywamy *bocznem*.

Rys. 26 (do ćwicz. 19). Pęd grochu po wykiełkowaniu został ucięty ponad drugim węzłem (w miejscu *A*); rozwinął się wtedy pęd boczny drugiego rzędu (*II*); pęd ten znów został ucięty nad węzłem (w miejscu *B*); rozwinął się wtedy pęd boczny trzeciego rzędu (*III*). W ten sposób otrzymaliśmy sztucznie pęd grochu, składający się z pędu głównego i bocznych.

Ciekawy sposób rozgałęzienia widzimy np. u wyrastającej często na drzewach jemioli; u jemioli pęd główny po wydaniu dwóch liści przestaje rosnać, albo przekształca się w kwiaty; rozwijają się wtedy pędy boczne drugiego rzędu; te znów po wydaniu jednego



Rys. 27. Rozgałęzienie pozornie widelkowate u jemioli; liczbami oznaczone następstwa pędów bocznych.

międzywęźla i dwóch liści przestają rosnać, a rozwijają się pędy boczne następne, które podobnie się rozwijają i t.d., jak to mamy naznaczane na rys. 27. Tego rodzaju rozgałęzienie spotykamy np. u goździków; nazywamy je pozornie widelkowatym albo pozornie wierzchołkowym.

Wreszcie u pewnej ilości roślin, jak np. u pierwiosnka, rojnika, przez pewien czas nie wyrasta ani pęd główny, ani pędy boczne, roślina wtedy tworzy przyziemną różyczkę, z której w okresie kwitnienia rozwijają się wzniesione pędy kwiatonośne.

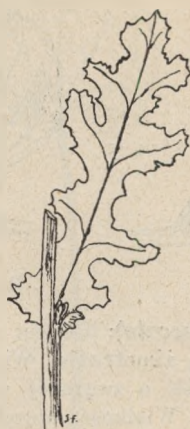
Ćwiczenie 20. Przejrzeć na okazach żywych lub zasuszonych pędy grochu, glistownika i jemioli i zdać sobie sprawę ze sposobu rozgałęzienia tych roślin.

BUDOWA I CZYNNOŚCI LIŚCIA.

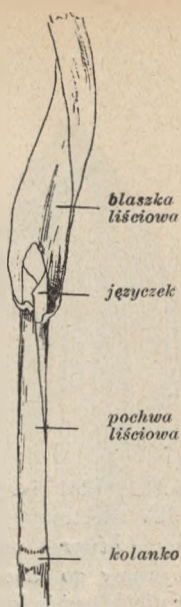
1. **Rozwój liścia.** Jak już widzieliśmy, liść powstaje w formie wypuklinki na wierzchołku wzrostowym; wypuklinka ta składa się z komórek twórczych, które się dzielą, rosną i odpowiednio przekształcają; wzrost tej wypuklinki początkowo jest bardzo równomierny i tworzy się naprzód rodzaj drobnej łuski; na łusce tej wykształca się zaczątek nasady liścia i blaszki liściowej, następnie wykształca się blaszka liściowa, a później dopiero ogonek liściowy, o ile, oczywiście, liść jest ogonkowy. Po osiągnięciu ostatecznych kształtów wzrost liścia jest skończony; wykształcony liść roślin kwiatowych już dalej nie rośnie.



Rys. 28. Liść poziomy z ogonkiem liściowym i dwoma przylistkami, zrosniętymi z ogonkiem liściowym; blaszka liściowa jest trójdzielna (podzielona na trzy listki).



Rys. 29. Liść siedzący, bez ogonka liściowego u starca (*Senecio*); blaszka liściowa jest zatokowa wcięta.

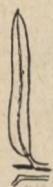


Rys. 30. Liść trawy z pochwą liściową, języczkiem i wydłużoną (obciętą) blaszką liściową.

2. **Budowa zewnętrzna liścia** (rys. 28 — 45). Jak to w ciągu wykładów zobaczymy, liść odgrywa w życiu rośliny rozmaite role; w znacznej jednak większości wypadków liść służy roślinie do wytwarzania substancji organicznych oraz wyparowywuje wodę; taki liść nazywać będziemy liściem przyswajającym. Narazie więc będziemy rozpatrywać budowę liści przyswajających.

Rozwinięty liść przyswajający, np. u poziomki, składa się z blaszki liściowej, ogonka liściowego, przylistków, a u wielu gatunków roślin wyraźnie występuje nasada liścia lub pochwa liściowa. Są jednak rośliny, jak np. starzec, lewkonja, u których ogonek liściowy nie wyrasta; takie liście nazywamy bezogonkowymi lub siedzącymi, w odróżnieniu od liści ogonkowych, wytwarzających ogonek liściowy; liście ogonkowe i bezogonkowe widzieliśmy już u jasnoty; również liście nie wszystkich gatunków roślin wytwarzają przylistki i pochwy liściowe. Każdy rodzaj rośliny ma odrębnie zbudowane liście i często, jedynie mając liść, możemy rozróżnić, z jakim gatunkiem rośliny mamy do czynienia.

Blaszka liściowa. U większości roślin blaszka liściowa jest cienka, płaska, u góry żywo zielona, w dolnej stronie jaśniejsza.



Rys. 31.



Rys. 32.



Rys. 33.



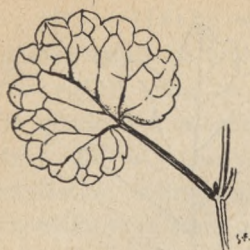
Rys. 34.

Rys. 31. Liść cisu (*Taxus baccata*); liść jest równowąski, lancetowaty, na wierzchołku zaostrowany; liście są zimotrwałe. Wielkość naturalna. Rys. 32. Liść lniczy (*Linaria vulgaris*); liść o zwężonej nasadzie i zwężonym wierzchołku; nazywamy go lancetowatym. Wielkość naturalna. Rys. 33. Liść buku (*Fagus silvatica*); jest to liść ogonkowy o blaszce liściowej jajowatej, o brzegach falistych, o nerwacji pierzastej; u dołu widać dwa przylistki. Zmniejszone do połowy. Rys. 34. Liść topoli osiki (*Populus tremula*); liść ogonkowy o blaszce liściowej kolistej, przechodzącej w trójkątną, o brzegach nierówno ząbkowanych i nerwacji pierzastej; przylistki już odpadły. Zmniejszone do połowy.

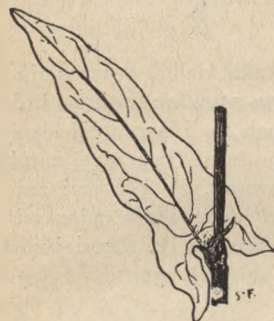
KSZTAŁTY LIŚCI NIEPODZIELONYCH (do ćwic. 21).

sza. Kształt blaszki liściowej, jak to widzimy na rys. 31—38, może być najrozmaitszy; kształt blaszki liściowej charakteryzuje przede wszystkim stosunek jej długości do szerokości, jak również kształt wierzchołka i nasady; również charakterystyczne dla roślin są wcięcia na blaszce liściowej, jak to widzimy na rys. 39—42. U wielu roślin, jak np. u glistewnika, fasoli, akacji, kasztanowca, blaszka liściowa jest podzielona na drobne listki; mówimy wtedy, że liść taki jest podzielony. Różne rodzaje liści podzielonych mamy przedstawione na rys. 43—45.

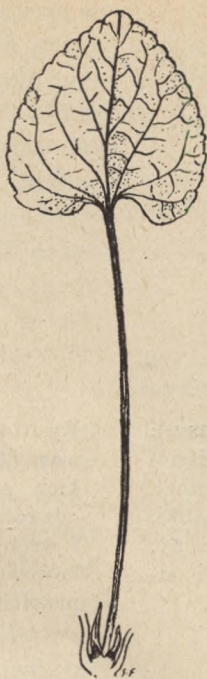
Ogonek liściowy. Ogonek liściowy, jak mówiliśmy, wykształca się nie u wszystkich roślin; ma on budowę przeważnie walcowatą, często z rowkiem w górnej powierzchni liścia; ogonek liściowy u niektórych gatunków roślin posiada zdolność poruszania się i ustawiania blaszki liściowej w odpowiednim położeniu do światła. Również, zawdzięczając odpowiedniej długości ogonka liściowego, blaszka jest odsunięta od łodygi i wysunięta na światło; wtedy liście u dołu pędu mają dłuższe ogonki liściowe, w miarę posuwania się ku górze ogonki stają się coraz mniejsze, a w górnych li-



Rys. 35.



Rys. 36.



Rys. 37.



Rys. 38.

Rys. 35. Liść pospolitej u nas rośliny bluszczyka kurdybanka (*Glechoma hederacea*); liść jest ogonkowy bez przylistków; blaszka liściowa jest rozszerzona, w nasadzie z obu stron ogonka liściowego wcięta, o zaokrąglonym wierzchołku; liść taki nazywamy nerkowatym; brzegi blaszki liściowej są falisto karbowane; nerwacja dłoniasta. Zmniejszone do $\frac{3}{4}$. Rys. 36. Liść szczawiu (*Rumex*); liść jest siedzący o blaszce liściowej podłużnie trójkątnej o szerokiej nasadzie z zaostrzonymi końcami; nerwacja pierzasta; przylistki zrosnięte, bloniaste, tworzą pochwę, obejmującą część łodygi w każdym międzywęźlu nad węzłem. Zmniejszone do $\frac{3}{4}$. Rys. 37. Liść fiołka (*Viola*); liść jest ogonkowy o blaszce liściowej, rozszerzonej, w nasadzie po obu stronach wciętej, o szczycie tępo zakończonym; u nasady widać dwa drobne przylistki. Zmniejszone do $\frac{3}{4}$. Rys. 38. Liście kokoryczki (*Polygonatum*); liście są bezogonkowe o blaszce liściowej eliptycznej i unerwieniu równoległym. Wielkość naturalna.

KSZTAŁTY LIŚCI NIEPODZIELONYCH (do ćwic. 21).

ściach, jak to widzieliśmy u jasnoty, mogą nawet nie wyrastać; dzięki rozmaitej długości ogonka liściowego oraz dzięki temu, że liście ułożone są na łodydze w kilku szeregach, liście się nie zasłaniają, co doskonale widzimy, patrząc np. na pęd jasnoty (rys. 3) lub po-
krzywy z góry.



Rys. 39. Liść wiśni (*Prunus cerasus*); liść jest ogonkowy o blaszce liściowej jajowatej, u szczytu zaostrej, o brzegach wyciętych w ostre ząbki, zwrócone w jedną stronę; mówimy, że liść jest piłkowany; przylistki odpadły. Zmniejszone do $\frac{2}{3}$.



Rys. 40. Liść dębu bezszypułkowego (*Quercus sessilis*); liście na krótkich ogonkach o blaszce liściowej, odwrótnie jajowatej, tworzącej zatoki i wręby; mówimy, że liść jest zatokowwrębny; unerwienie pierzaste; przylistki już odpadły. Zmniejszone do połowy.



Rys. 41. Liść klonu (*Acer platanoides*); liść jest ogonkowy; blaszka liściowa jest dość głęboko powcinana; wcięcia występują między nerwami i są dłoniaste, podobnie jak nerwacja; wytwarza się kilka (5 do 7) kłap, w które wchodzi nerwy; liść klonu jest kłapowany. Zmniejszone do połowy.



Rys. 42. Liść bodziszka łkowego (*Geranium pratense*); liście ogonkowe z przylistkami; blaszka liściowa głęboko powcinana; wcięcia rozchodzą się promienisto, między nerwami; liść taki nazywamy dłoniastodzielnym; nerwacja dłoniasta. Zmniejszone do $\frac{2}{3}$.

KSZTAŁTY LIŚCI I WCIĘCIA W BLASZCE LIŚCIOWEJ (do ćwic. 21).

Przylistki wykształcają się po dwa tylko u niektórych gatunków roślin, jak np. u fasoli, grochu, poziomki; natomiast nie widziliśmy ich u jasnoty i glistownika; przylistki odgrywają w roślinie przeważnie tę samą rolę, co i blaszka liściowa; u wielu naszych drzew, np. lipy, buka, przylistki bardzo wcześnie opadają, tak że w późniejszym czasie już ich nie widzimy przy liściach.

Nasada liścia, to jest miejsce przyczepienia liści do łodygi, albo nie wyróżnia się wcale, albo wytwarza pochwiaste rozszerzenie ogonka liściowego, albo też, jak u traw (rys. 30), tworzy pochwę liściową; u traw widzieliśmy już, że pochwa liściowa jest tutaj kowato zwinięta i chroni miejsca



Rys. 43. Liść koniczyny polnej (*Trifolium pratense*); liść jest ogonkowy z dwoma przylistkami; blaszka liściowa składa się z trzech listków na wspólnym ogonku; pojedyncze listki są równowąsko podługowate, drobno ząbkowane. Wielkość naturalna.



Rys. 44. Liść kasztanowca (*Aesculus hippocastanus*); liść jest ogonkowy, a blaszka liściowa jest podzielona na 5 do 7 listków, rozchodzących się promienisto (dłoniasto)—liście są dłoniasto złożone; pojedyncze listki są odwrotnie jajowate. Zmniejsz. do $\frac{1}{4}$.



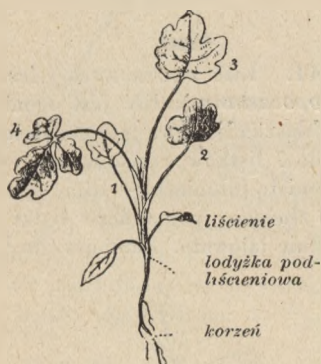
Rys. 45. Liść t. zw. akacji (*Robinia pseudoacacia*); liść składa się z listków, ułożonych pierzasto po obu stronach wspólnego ogonka; mówimy, że liście są pierzaste; u dołu znajdują się dwa ciernie, które są zmienionymi przylistkami. Zmniejszone do $\frac{2}{3}$.

KSZTAŁTY LIŚCI PODZIELONYCH (do ćwic. 21).

wzrostu nad węzłami; w liściach tych przy przejściu pochwy w blaszkę liściową znajduje się drobny łuskowaty listek, zw. języczkiem.

Cwiczenie 21.

Przejrzeć, zebrać i prze-
rysować liście podług za-
łączonych rysunków 28—
45 i zdać sobie sprawę
z ich budowy.



Rys. 46. Kielkowanie pędu glistawnika; widzimy korzeń, łodyżkę podliścieniową, dwa liścienie i cztery liście, ponumerowane kolejno w ich rozwoju; pierwsze liście mają blaszkę liściową kłopotliwą, a dopiero następne pierzaste. Zmniejszone trzy razy. Patrz również rys. 1.



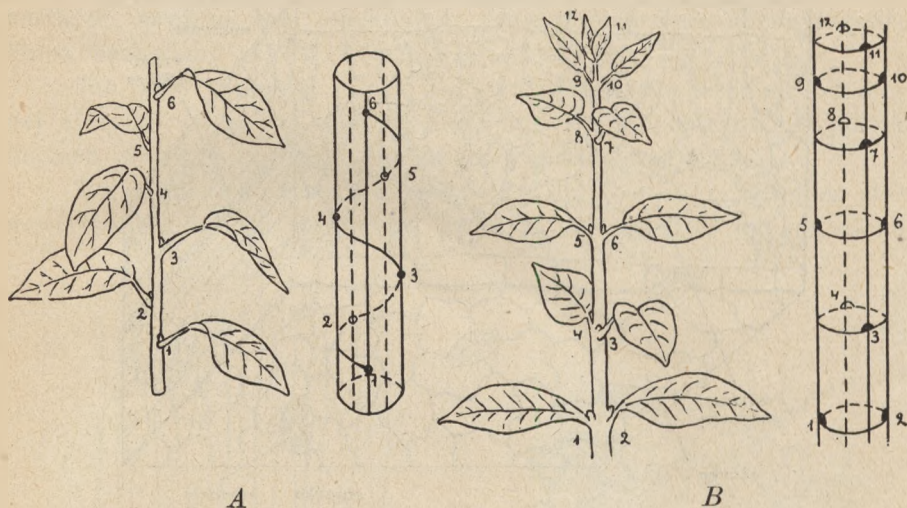
Rys. 47 (do ćwicz. 22). Pęd roczny świerzbnicy polnej z liśćmi o różnej budowie. Zmniejszone 4 razy.

3. **Zmiany budowy liści w ciągu rozwoju** (rys. 46, 47). Już przy kielkowaniu fasoli widzieliśmy, że pierwsze liście, t. zw. liścienie, zawierające pokarmy dla rozwijającej się rośliny, są nieduże, mięsiste, następne dwa liście są ogonkowe niepodzielone, a wreszcie później na pędzie fasoli wytwarzają się liście podzielone trójlistkowe; podobnie i glistewnik (rys. 46) po wykielkowaniu wytwarza dwa liścienie, następne pierwsze liście niepodzielone, kłopotliwe, a dopiero później (rys. 1) liście podzielone pierzastoliczne. Liście na pędach wyrosniętych u jednych roślin, jak np. u traw, jasnoty, mogą mieć wszystkie jednakową budowę; u niektórych jednak gatunków roślin starsze liście są inaczej zbudowane niż młodsze; tak np. pospolita u nas na wzgórzach, łąkach i przydrożach bylina, świerzbnica polna (*Knautia arvensis*, rys. 47) wytwarza pędy roczne, wzniesione z liśćmi naprzeciwległymi

na kłodyczkiem kwiatów na szczycie; liście starsze dolne są ogonkowe, niepodzielne, lancetowate; natomiast liście młodsze w okółkach wyższych są ogonkowe, wcinane, a jeszcze w wyższym okółku liście są bezogonkowe, pierzastosieczne.

Ćwiczenie 22. Wyhodować pęd fasoli i przejrzeć budowę liści; również przejrzeć budowę liści kolejno od dołu pędu ku wierzchołkowi u świerzbni, pietruszki lub rzeżuchy.

4. **Ulistnienie** (rys. 48). Już na przykładach glistewnika i jasnoty widzieliśmy, że układ liści na łodydze może być dwojakiego rodzaju: skrętoległy, jak u glistewnika, fasoli, kiedy w każdym węźle wyrasta tylko jeden liść, i okółkowy, jak u jasnoty, jemioli (rys. 27), kiedy w każdym węźle wyrastają dwa lub więcej liści, tworząc okółki; w poszczególnym wypadku ulistnienia okółkowego, kiedy liście wyrastają w okółkach po dwa, jak



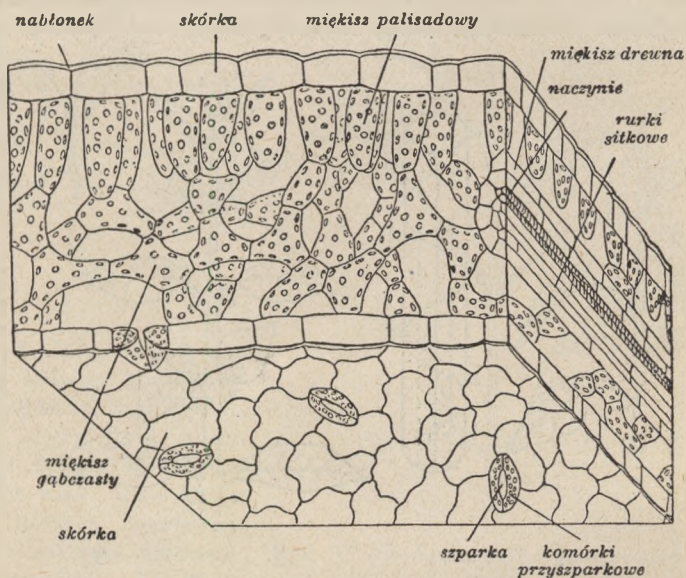
Rys. 48. *A* — ulistnienie skrętoległe i schemat tego ulistnienia. *B* — ulistnienie okółkowe i schemat tego ulistnienia.

np. u jasnoty, ulistnienie to nazywamy naprzeciwległym; ulistnienie zaś skrętoległe, kiedy liście leżą z dwóch stron łodygi, jak np. u traw, nazywamy naprzemianległym. Jeżelibyśmy nasady liści, leżących nad sobą na łodydze, połączyli przy pomocy nitki, to zobaczylibyśmy, że liście leżą wzdłuż pewnych prostych, zw. prostnicami. Takich prostnic może być dwie, jak np. u traw, trzy, jak u turzyc, cztery, jak u jasnoty, pięć u wiśni i wierzby, a w ulistnieniu bardziej skomplikowanym może dochodzić do kilkudziesięciu.

Przebieg i układ tych prostnic jest niezwykle regularny, odznacza się wprost matematyczną dokładnością; dzięki niemu wzniesiony pęd jest równomiernie obciążony, a liście są tak ułożone, aby miały otwarty dostęp powietrza i wzajemnie się nie zakrywały.

5. **Budowa wewnętrzna liścia.** Jak każdy organ roślinny, liść powstaje z komórek twórczych; w miarę wzrostu liścia komórki twórcze się przekształcają, wyrastają i odgrywają rozmaite role; jedne z nich służą do przyswajania i tworzą tkankę miękiszową, zwaną miękiszem przyswajającym; inne komórki zewnątrz liścia służą do jego ochrony i tworzą t. zw. skórę; wreszcie komórki w t. zw. nerwach liściowych służą do przeprowadzania pokarmów i umacniania liści.

Komórki miękiszowe (rys. 49) liści są zbudowane podobnie jak poznane już przez nas komórki liścia moczarki; stanowią



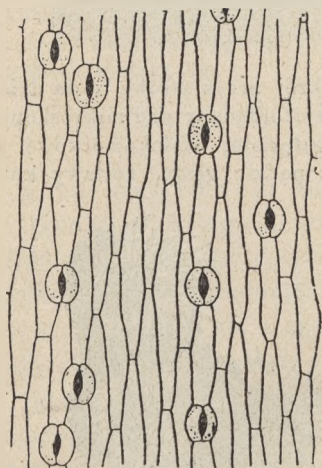
Rys. 49. Wycięty kawałek liścia w mikroskopowym powiększeniu (do ćwic. 23) schematycznie.

one główną treść liści; posiadają plazmę przyścienną z jądrem, w środku są wypełnione sokiem komórkowym; błony ich są przeważnie cienkie. Główną cechą tych komórek jest posiadanie licznych ciałek zieleni i związana z tem zdolność przyswajania i wytwarzania substancyj organicznych. Jeżeli weźmiemy liść naszych drzew liściastych, rozwijających się w słońcu, np. liść buku, bzu lilaka lub roślin zielnych, np. liść jasnoty, i przejrzymy pod mikroskopem, to zobaczymy, że komórki miękiszowe leżą w liściu w kilku warstwach i są nieco inaczej zbudowane u góry, ze strony zwróconej do światła, aniżeli u dołu. Komórki miękisza górnej części

liście są przeważnie wydłużone i pionowo ustawione do powierzchni liścia, zupełnie tak, jakgdyby ustawiali obok siebie pionowo, ściśle w jednej, dwóch lub trzech warstwach krótkie pionki drzew; komórki te tworzą rodzaj palisady i dlatego nazywamy je miększym palisadowym; błony komórek miękiszu palisadowego nie są ściśle ze sobą spojone, ale łączą się ze sobą na pewnej tylko przestrzeni i pozostawiają między sobą mniejsze lub większe przestrzenie, wypełnione powietrzem i parą wodną; są to t. zw. przestrzenie międzykomórkowe; powstają one wskutek rozlepiania się błon komórkowych. W dolnej części liścia komórki mają kształt nieregularny, tworzą krótkie, tępe wyrostki, a błony ich spajają się na stosunkowo małej powierzchni, przeważnie końcami wyrostków; miękisz ten, posiadający duże przestrzenie międzykomórkowe, nazywamy miękiszem gąbczastym.

Jak więc widzimy, górna powierzchnia liścia różni się od dolnej nie tylko swym wyglądem, ale i budową wewnętrzną. O takich liściach mówimy, że mają one budowę grzbiecistą.

Tkanka okrywowa. Skórka (rys. 50, 51). Miękisz stanowi tkankę bardzo delikatną, która łatwo mogłaby być narażona

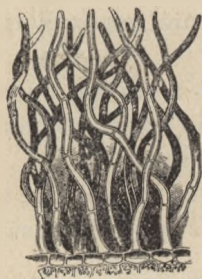


Rys. 50. Skórka z liścia hiacyntu, widziana z góry — widzimy, że błony tworzą linie równoległe do siebie; podobne ułożenie błon spotkalibyśmy w liściach lilji, traw i wielu roślin, zaliczanych do roślin jednoliściennych. Powiększone 125 razy.

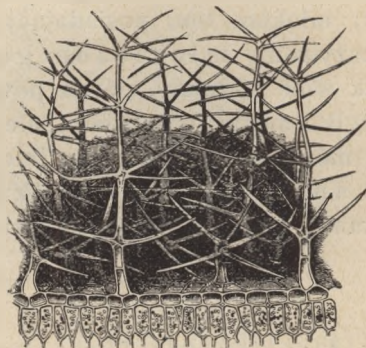


Rys. 51. Skórka z liścia tojadu, oglądana z góry; widzimy błony faliste, zrastające się ze sobą; prócz tego widzimy liczne szparki. Powiększone 200 razy.

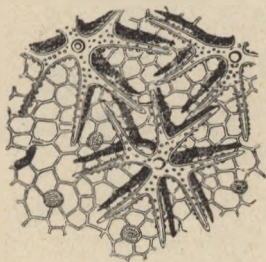
na szkodliwy wpływ warunków zewnętrznych; wystawione na bezpośrednie działanie powietrza komórki miękiszu szybko utraciłyby wodę i liść zwiędłby w krótkim czasie. To też miękisz liścia jest chroniony przez specjalne komórki, okrywające górną i dolną stronę liścia i tworzące tkankę okrywową, zwaną skórka. Komórki skórki posiadają również błony, plazmę przyścienną z jądrem i są wypełnione w środku soki komórkowym, niekiedy barwnym; natomiast przeważnie nie posiadają ciałek zieleni. Komórki te mają kształt płaskich tafelek, ściśle do siebie przystających, a w przecięciu poprzecznym są prostokątne. Błony ich zewnętrzne stykają się bezpośrednio z atmosferą i często są zgrubiałe, wytwa-



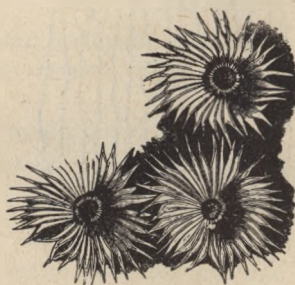
Rys. 52. Włoski wielokomórkowe u szarotki alpejskiej; tworzą na całym pędzie biały kutner.



Rys. 53. Przekrój przez skórę liścia dziewanny wielkokwiatowej, oglądany pod mikroskopem; widzimy liczne gałęziste, wielokomórkowe włoski, tworzące na pędzie gęsty, żółtawy kutner.

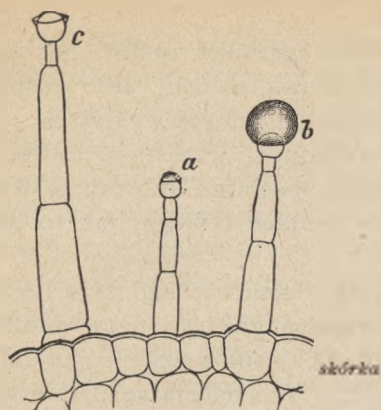


Rys. 54. Liść głodka, oglądany pod mikroskopem; widzimy włoski jednokomórkowe, gwiaździste, leżące płasko nad skórka; widać prócz tego zarzysy komórek skórki i szparki.



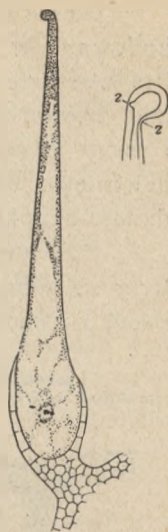
Rys. 55. Włoski gwiaździste, zdarte ze skórki liścia oliwnika (*Eleagnus*), drzewa często hodowanego u nas w parkach; oglądane pod mikroskopem.

W Ł O S K I.



Rys. 56 (do ćwic. 26). Przekrój poprzeczny przez skórę ogonka liściowego pierwiosnka chińskiego, oglądany pod mikroskopem przy powiększeniu 140 razy, w celu poznania gruczołków wydzielniczych. Składają się one z kilku komórek wydłużonych i położonych nad sobą; wydzielina zbiera się między błoną a nabłonkiem w szczycowej kulistej komórce (*a*, *b*); po pęknięciu nabłonka (*c*) wydzielina ulatnia się.

Rys. 57 (do ćwic. 27). Gruczołek parzący, zwany również włosiem parzącym, zdjęty z liścia pokrzywy i oglądany pod mikroskopem przy powiększeniu 60 razy. Jak widzimy, jest to stosunkowo duża komórka, tkwiąca dolną rozszerzoną częścią w skórce liścia a wyrastającą nad skórą częścią górną, zwężającą się; w komórce widzimy plazmę, jądro i sok komórkowy; błona na szczycie jest skrzemieniała, krucha, zakrzywiona w kulkę; przy dotknięciu błona na szczycie pęka ukośnie (wzdłuż linii *Z—Z*), kulka odlatuje, włos ostрым końcem wbija się w ciało i jednocześnie wylewa się ciecz, wywołująca zakażenie.



Rys. 57.

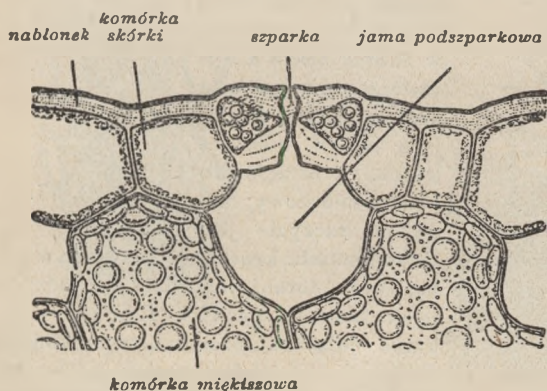
G R U C Z O Ł K I.

rzając t. zw. nabłonek; błony ich wewnętrzne przylegają do komórek tkanki mięksiszowej; natomiast błony poprzeczne łączą się ze sobą ściśle na całej przestrzeni, tworząc linje proste (rys. 50) lub linje falistą, ściśle zazębiającą się ze sobą (rys. 51).

Włoski (rys. 52 — 55). W skórce wielu gatunków roślin wytwarzają się, prócz normalnych komórek, jeszcze szczególniejsze komórki, które wyrastają ponad powierzchnię skórki, tracą plazmę, tak że pozostają po nich tylko błony; wewnątrz ich zostaje wypełnione powietrzem; pojedyncze takie komórki, albo też kilka i więcej komórek, powstałych z podziału komórki skórki, nazywamy włoskami; włoski mają najrozmaitsze kształty bądź szczynek, bądź tarcz, gwiazdek, krzaczków i wiele innych. Szary lub biały kutner wielu naszych roślin polnych, jak np. u dziewanny, jest właśnie temi włoskami.

Gruchołki (rys. 56, 57). Niektóre gatunki roślin, jak np. hodowana w pokojach pelargonja, pierwiosnek chiński, albo pospolita wszędzie pokrzywa, wytwarzają również komórki wystające ponad powierzchnię skórki; komórki te jednak pozostają żywymi i prócz plazmy i jąder zawierają jeszcze specjalne substancje wydzielnicze; takie substancje są niekiedy trujące i mogą, jak to widzimy u pokrzywy, wywołać zakażenie.

Szparki (rys. 58). Gdyby wszystkie komórki skórki w liście były ze sobą szczelnie spojone, to wymiana gazów i pary wodnej liścia z atmosferą byłaby bardzo utrudniona; to też w skórcie znajdują



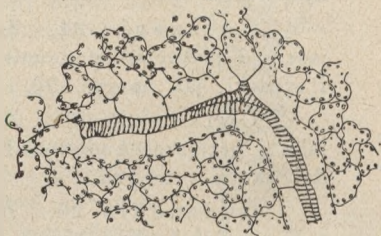
Rys. 58. Przekrój poprzeczny przez skórę liścia ze szparką, oglądany pod mikroskopem przy znacznym powiększeniu; szparkę tworzą dwie komórki o grubych błonach.

się specjalne komórki, które są ze sobą spojone brzegami, a w środku błony ich odchodzą od siebie i wytwarzają otwór, zwany szparką; komórki, tworzące te szparki, nazywamy komórkami szparkowymi; różnią się one od komórek skórki swym półksiężycowatym kształtem oraz tem, że posiadają zieleni i że błony ich, tworzące szparkę, są zgrubiałe; pod szparką znajduje się duża przestrzeń

międzykomórkowa, t. zw. jama podszparkowa. Komórki szparkowe mają tę zdolność, że przy wchłonięciu większej ilości wody rozprężają się i otwierają szparkę; mogą również tracić wodę, stają się wtedy mniej jędrne i zamykają szparkę. Jak zobaczymy, ta zdolność otwierania i zamykania szparek ma dla życia rośliny niezmiernie doniosłe znaczenie. Jeżelibyśmy przejrżeli liście, rosnące w słońcu, to się okaże, że skórka górnej strony liścia albo nie zawiera wcale szparek, albo ich zawiera bardzo mało; natomiast skórka dolnej strony liścia posiada bardzo liczne szparki; liście roślin, rosnących w cieniu, wytwarzają liczne szparki, zarówno w skórcie górnej jak i dolnej strony liścia.

Unerwienie liścia. Tkanki mechaniczne. Mięksisz liścia jest poprzedzielany przez liczne t. zw. nerwy; gdybyśmy

wzięli liść o szerokiej blaszce liściowej i uderzali w niego twardą szczytką, to zniszczymy cały miękisz, a zostaną jedynie nerwy; komórki miękiszowe mają cienkie delikatne błony i dlatego mogą być niszczone bardzo łatwo, natomiast komórki w nerwach mają błony zgrubiałe, tak że zniszczyć je lub rozerwać jest stosunkowo trudno. Istotnie: badając nerw liścia pod mikroskopem, widzimy u góry i u dołu nerwu komórki wydłużone o zgrubiałych błonach, pozbawione zupełnie treści żywej; oczywiście, komórki te, jak każde inne, powstały z komórek żywych twórczych; dzięki zgrubiałym błonom nie pozwalają one na rozerwanie liścia; działalność więc tych komórek jest mechaniczna, wzmacniająca; komórki te występują w skupieniach obok siebie i tworzą t. zw. tkanki mechaniczne—wzmacniające. Prócz tego w nerwach liścia spotykamy jeszcze dwa rodzaje komórek; jedne z nich, leżące w górnej części nerwu, są również pozbawione jądra i plazmy, a niekiedy utraciły i błony poprzeczne, skutkiem czego powstały z niej długie rurki, t. zw. naczynia, albo pojedyncze komórki, t. zw. cewki; w nerwie grubym takich naczyń lub cewek może być więcej, natomiast w miarę, gdy nerw staje się coraz cieńszy, ilość ich jest coraz mniejsza, aż wreszcie pojedyncze naczynia lub cewki mogą się ślepo kończyć wśród komórek tkanki miękiszowej (rys. 59). W dolnej części nerwu znajdujemy znów komórki inne, wydłużone, zawierające plazmę, z cienkimi błonami; błony ich poprzeczne są podziurkowane i tworzą rodzaj sitka; komórki te nazywamy rurkami sitkowymi. I naczynia, i rurki sitkowe służą roślinie do wymiany soków i pokarmów i tworzą w roślinie t. zw. tkankę przewodzącą.



Rys. 59. Skrawek liścia niecierpka, rośliny częstej u nas w lasach, oglądany pod mikroskopem przy powiększeniu 240 razy (liść, wyczyszczony w alkoholu, umieszczamy pod mikroskopem); wśród komórek miękiszowych znajdujemy ślepo kończącą się wiązkę.

6. Nerwacja liści. Nerwy w liściu przechodzą przez ogonek (w liściach ogonkowych) i łączą się z wiązkami przewodzącymi łodygi. Rodzaj przebiegu nerwów, czyli t. zw. nerwacja liści jest charakterystyczna dla wielu gatunków roślin. Możemy wyróżnić trzy rodzaje nerwienia:

równoległe, gdy nerwy przebiegają, tworząc łuki równoległe do brzegu liścia (od nasady do wierzchołka blaszki); takie uner-

wienie widzimy np. u kokoryczki (rys. 38), konwalji, w liściach storczyka i u wielu roślin, należących do jednoliściennych;

pierzaste, gdy środkiem blaszki przebiega nerw główny, wszystkie zaś inne są jego bocznymi rozgałęzieniami, a rozgałęzienia te mogą rozgałęziać się dalej; taką nerwację widzimy np. w liściach wierzby, buku (rys. 33), topoli (rys. 34) i wielu innych;

dłoniaste, gdy już z nasady liścia nerw rozgałęzia się na kilka głównych nerwów, a te rozgałęziają się dalej; takie rozgałęzienie widzimy w liściach jaskra, klonu (rys. 41), bodziszka (rys. 42) i wielu innych.

Ćwiczenie 23. Zrobić skrawek poprzeczny z blaszki liściowej jakiegokolwiek rośliny, np. bzu lilaku, przejrzyć pod mikroskopem i wyróżnić miękisz palisadowy, gąbczasty i skórki; próbować zobaczyć w przekroju szparkę.

Ćwiczenie 24. Zedrzeć skórki z liścia hiacyntu, tojadu lub jaskra i przejrzyć pod mikroskopem; zauważyć przebieg błon skórki i szparki, jak na rys. 50 i 51.

Ćwiczenie 25. Zedrzeć skórki z dolnej powierzchni liścia laku i przejrzyć budowę włosków; podobnie przejrzyć włoski u lewkonji, dziewanny i innych.

Ćwiczenie 26. Zdjąć kawałek skórki z ogonka liściowego pelargonji lub pierwiosnka chińskiego, przejrzyć pod mikroskopem i wyróżnić gruczołki, jak na rys. 56.

Ćwiczenie 27. Zedrzeć ostrożnie z liścia lub łodygi pokrzywy gruczołki, przejrzyć pod mikroskopem i wyróżnić, jak na rys. 57.

7. Główne czynności liścia. Asymilacja (rys. 60). Jak już niejednokrotnie mówiliśmy, liść służy roślinie przede wszystkim do wytwarzania substancji organicznych; proces ten, zwany, jak wiemy, procesem asymilacji lub przyswajania, odbywa się w komórkach miękiszu zieleniowego i tylko na świetle; potrzebny do tego procesu dwutlenek węgla roślina pobiera z powietrza; przenikać on może przez skórki przeważnie jednak przedostaje się przez szparkę do jamy podszparkowej, stąd do przestrzeni międzykomórkowych, z których przenika bezpośrednio przez cienkie błony do wnętrza komórek; to przedostawanie się powietrza przez szparki do wnętrza liścia możemy uwidocznić zapomocą doświadczenia przedstawionego na rys. 60. Potrzebną również do procesu przyswajania wodę dostarczają liściom naczynia, które tę wodę przeprowadzają z korzenia przez łodygę do liści; jednocześnie z komórek do przestrzeni międzykomórkowych zostaje wydzielony tlen, który przez szparki może się również przedostać do atmosfery. Wytworzone w liściu substancje organiczne nie pozostają w nim, lecz

tkankami przewodzącymi w nerwach odpływają do pędu i tam służą jako materiał do wzrostu lub zostają gromadzone.

Płaski liść jak najbardziej odpowiada temu zadaniu: promienie słoneczne przenikają do wnętrza liścia i proces asymilacji może się odbywać we wszystkich komórkach miękiszowych. Również dzięki tej budowie liścia powierzchnia zetknięcia się zielonych części roślinnych z atmosferą, z której roślina pobiera dwutlenek węgla, oraz na którą padają promienie słoneczne, jest bardzo duża. W podobny sposób jak przy procesie asymilacji odbywa się przez szparki wymiana gazów przy procesie oddychania.

Rys. 60 (do ćwic. 26). Doświadczenie, wykazujące, że powietrze wchodzi do wnętrza rośliny przez szparki. Pęd jakiegokolwiek rośliny, np. bobu, osadzamy szczelnie w korku, w którym znajduje się jeszcze drugi otwór na osadzenie w nim zgiętej rurki szklanej. Dla uszczelnienia pędu i rurki w korku oblewamy go warstwą parafiny. Korek wraz z pędem i rurką umieszczamy w naczyniu z wodą w ten sposób, by pęd końcem swym był zanurzony w wodzie, a zakończenie rurki znajdowało się natomiast nad powierzchnią wody. Jeżeli przez drugi koniec rurki spróbujemy silnie wciągać powietrze, wówczas z wody wydzielają się pęcherzyki powietrza, wychodzące z komórek pędu. Powietrze to wchodzi do wnętrza liścia przez szparki liścia, stąd dalej przedostaje się przestrzeniami międzykomórkowymi do pędu, wydobywa się z niego nazewnątrz pęcherzykami w wodzie do przestrzeni, z której wyssaliśmy powietrze. Doświadczenie to wskazuje nam również na możliwość zaopatrzenia w tlen komórek, położonych w głębi ciała rośliny.

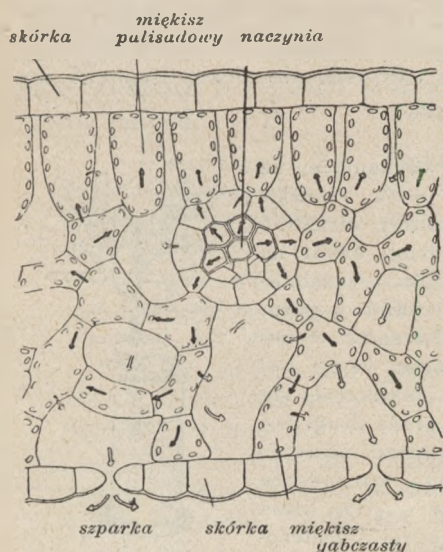


Rys. 60.

Parowanie (rys. 61). Prócz procesu przyswajania w liściu odbywa się drugi niezmiernie ważny proces życiowy wydzielania wody. Woda ta, jak wiemy, zostaje pobierana przez korzenie, następnie zostaje przeprowadzona przez tkanki przewodzące do liścia i tu z nich przenika do komórek miękiszowych; z komórek zaś miękiszowych woda zostaje wydzielana w postaci pary wodnej do przestrzeni międzykomórkowych i przez szparki przedostaje się do atmosfery. Proces ten nazywamy parowaniem. Duża powierzchnia liścia u wielu roślin, dzięki płaskim blaszkowatym liściom, ułatwia znaczniejsze wydzielanie wody; i w tym wypadku to wydzielanie również umożliwiają liczne, łączące się ze sobą przestrzenie międzykomórkowe.

W roślinach, rosnących w miejscach wilgotnych, parowanie odbywa się nie tylko przez szparki, ale i przez skórę; natomiast w roślinach, występu-

jących w miejscach słonecznych, parowanie przez skórę jest utrudnione z powodu zbyt silnie rozwiniętego nabłonka; u tych roślin parowanie odbywa się głównie szparkami; prócz tego roślina może regulować parowanie wody przez zamykanie lub otwieranie szparek. Szparki tworzą wprawdzie w skórze otwory bardzo drobne, ale występują w wielkiej ilości; obliczono np., że ilość szparek w liściu słonecznika wynosi około 13 milionów. To też ilości wyparowywanej przez rośliny wody mogą być bardzo duże, np. słonecznik wielkości człowieka w ciągu słonecznego dnia wyparowuje więcej, niż litr wody, brzoza, wytwarzająca około 200000 liści, wyparowuje w gorącym dniu 300—400 litrów, a hektar lasu bukowego wyparowuje przeciętnie 20000 litrów dziennie.



Rys. 61. Schematyczny przekrój przez liść z przedstawieniem pobierania (wskazują strzałki czarne) i wydzielania wody (wskazują strzałki jasne); woda ta dopływa z korzeni przez łydę do liścia tkankami przewodzącymi i przenika do komórek miękkich; komórki miękkie wydzielają ją do przestrzeni międzykomórkowych, a stąd szparkami do atmosfery.

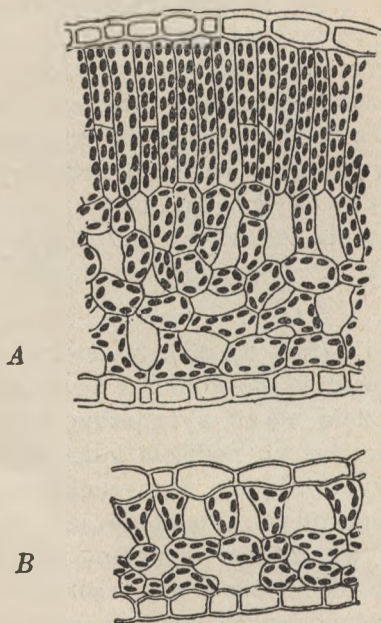
Ćwiczenie 28. Urządzić i ustawić doświadczenie jak na rys. 60 i wykazać, że do liści przenika powietrze.

8. Wpływ warunków zewnętrznych na czynności i budowę liścia. Parowanie wody z liści jest zależne od warunków, w których roślina żyje, oraz od ilości wody pobieranej przez korzenie; między bowiem pobieraniem wody przez korzenie, a wydzielaniem przez liść musi być pewna równowaga; o ile ta równowaga zostanie naruszona i liście więcej parują wody, aniżeli jej dostarcza korzeń, roślina więdnie. Tak np. roślina, rosnąca stale w miejscu wilgotnym, cieniem, przesadzona w miejsce suche słoneczne więdnie po pewnym czasie, gdyż silniej paruje aniżeli pobiera wodę z gleby.

Wilgotność. Parowanie wody z liścia jest przede wszystkim zależne od ilości wilgoci w atmosferze, w której roślina rozwija swe pędy. Im wilgoci więcej, tem roślina może mniej wyparowywać wody; rośliny więc miejsc wilgotnych mają liście niezabezpieczone przed nadmiarem parowania; błony zewnętrzne w ich skórze są cienkie,

a szparki równomiernie rozwinięte zarówno w skórce dolnej strony liścia jak i górnej. Inaczej jest zbudowana skórka w liściu roślin, rozwijających swe pędy w miejscu suchem, słonecznym; szparki w tych liściach, jak wiemy, wytwarzają się przeważnie tylko w skórce dolnej strony liścia; przed nadmiernem parowaniem chronią się również rośliny przez wytwarzanie w skórce liścia grubego nabłonka, poznanych przez nas włosków, tworzących kutner na liściach, przez wydzielanie wosku i inne.

Światło. Czynnikiem również wpływającym na budowę liścia jest światło słoneczne; bezpośrednie działanie promieni słonecznych działa ujemnie na zielenie—to też działanie to jest osłabione przez włoski, wosk, odpowiednie ustawienie liści i inne. Naprzykład słynne z wysokości drzewa australijskie, t. zw. eukaliptusy, zwieszają pionowo swe liście ku ziemi i promienie słoneczne na nie nie padają prostopadłe, lecz równoległe. Jak dalece światło może wpływać na budowę liścia, widzimy to na liściach naszych drzew, np. buku (rys. 62). Jeżeli weźmiemy liść buku wystawiony na światło, to zobaczymy w nim tkankę palisadową i gąbczastą, wyraźnie odcinające się; natomiast liść, wzięty z tego samego drzewa, ale rosnący tylko w cieniu, jest przeważnie cieńszy i wytwarza jedynie miękisz gąbczasty.



Rys. 62. Budowa anatomiczna liścia buku: *A*—rosnącego na świetle z wyraźnie zaznaczoną tkanką miększu palisadowego i *B*—rosnącego w cieniu — z miększem gąbczastym.

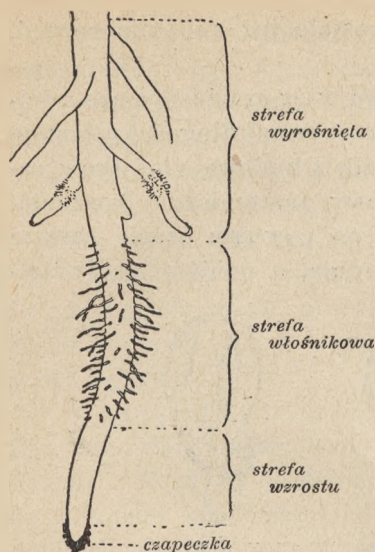
9. Inne rodzaje budowy liścia. Jak zobaczymy, liść może być najrozmaiciej zbudowany i pełnić najrozmaitsze czynności. U niektórych gatunków roślin, jak np. u pospolitego u nas rozechodnika, liść jest soczysty i ma budowę walcowatą; u kapusty, jak widzieliśmy, liście służą do gromadzenia pokarmów; u grochu część liścia przekształcona w organy czepne przymocowuje roślinę; w pąkach okrytych u drzew liście jako łuski ochraniają pąki; wreszcie u berbersy w miejscu liści wytwarzają się ciernie liściowe.

BUDOWA I CZYNNOŚCI KORZENIA.

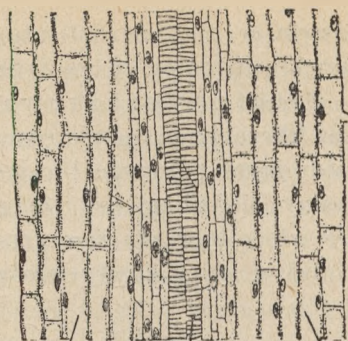
Jak już widzieliśmy, podczas kiełkowania pierwszy z nasienia wyrasta korzeń; u większości roślin korzeń jest walcowaty i wrasta w ziemię; komórki jego nie wytwarzają zupełnie zieleni. Od pędu korzeń różni się przede wszystkim tem, że nie wytwarza liści.

1. Budowa zewnętrzna i wzrost korzenia (rys. 63). Na nieco wyrośniętym już korzeniu możemy wyróżnić kilka stref; na szczycie korzenia znajduje się t. zw. *czapeczka*, nad nią krótka, kilkunastomilimetrowa strefa, w której korzeń rośnie, t. zw. *strefa wzrostu*; nad strefą wzrostu znajduje się strefa, również niedługa, w której w znacznej ilości wyrastają t. zw. *włośniki*; jest to t. zw. *strefa włosnikowa*; strefa ta u góry przechodzi w część korzenia już wyrośniętą, najdłuższą, w której korzeń się rozgałęzia. Przyjrzyjmy się każdej strefie, zaczynając od strefy wzrostu.

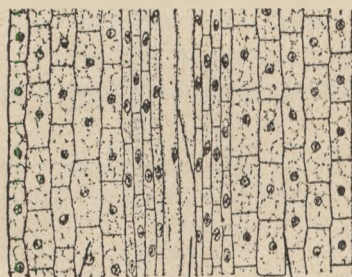
Strefa wzrostu, wierzchołek wzrostowy korzenia (rys. 64, 65). Na szczycie korzenia bezpośrednio pod czapeczką znajdują się komórki twórcze wierzchołka wzrostowego; komórki te dzielą się i wytwarzają komórki nowe w strefie wzrostu i w czapeczce; po podziale komórki nad wierzchołkiem wzrostowym rosną, wydłużają się w kierunku osi korzenia i wypełniają się sokiem komórkowym. Podobnie jak w pędzie fasoli i w korzeniu wzrost odbywa się pod szczytem, jest wierzchołkowy. O miejscu wzrostu korzenia możemy się przekonać na następującem doświadczeniu. Bierzemy świeżo wykiełkowany korzonek, np. fasoli, i tuszem robimy kreski w odstępach milimetrych; następnie umieszczamy korzeń w miejscu optymalnego wzrostu, t. j. w miejscu wilgotnem i ciepłym; już po 20 godzinach możemy stwierdzić, że nasz korzeń się wydłużył o jeden do trzech centymetrów i że wydłużenie to pomiędzy pojedynczemi kreskami, a więc i wzrost, nie jest jednakowe; widzimy (rys. 65), że najsilniejszy wzrost nastąpił powyżej drugiej, trzeciej kreski, a więc w odległości dwóch, trzech milimetrów od koniuszka korzenia; czwarta kreska również odsunęła się od trzeciej, a piąta od czwartej już mniej; powyżej rozsunęcia są teraz mniejsze, a już w odległości 8—9 milimetrów nie dostrzeżemy żadnych odsunień; wzrost więc odbywał się na przestrzeni 6—7 milimetrów. Jeżeli teraz znowu pokreskujemy nasz korzeń, to po 20 godzinach okaże się to samo: korzeń się wydłuży, ale znów najsilniej w odległości 2 milimetrów od szczytu, a miejsce, w którym w dniu



Rys. 63 (do ćwic. 28). Schemat budowy zewnętrznej korzenia.

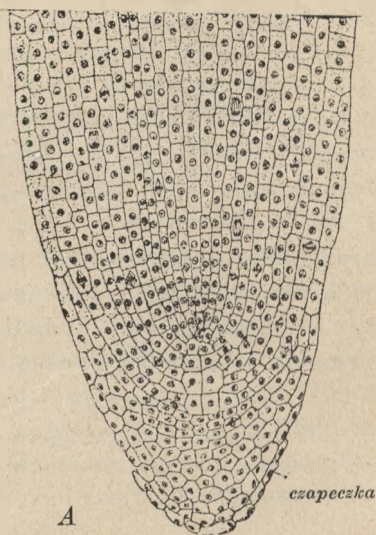


C
komórki miększe kory pierwotnej naczynia i cewki komórki miększe kory pierwotnej



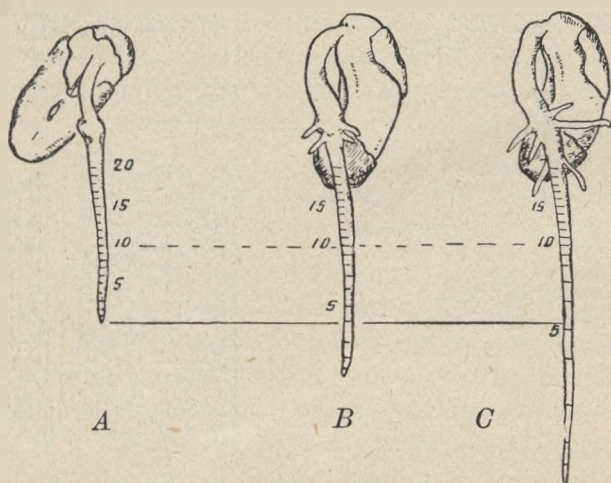
B
komórki miększe kory pierwotnej komórki, z których powstają naczynia lub cewki komórki miększe kory pierwotnej

Rys. 64. Wzrost komórek w korzeniu (schematycznie na przekroju podłużnym). W *A* szczyt korzenia: komórki czapeczki, komórki twórcze wierzchołka wzrostowego i niewyrośnięte komórki, powstałe z podziału; w *B* nieco wyżej strefa wzrostu: komórki wzrosły, wydłużyły się i wypełniają się sokiem komórkowym; w środku widzimy komórki znacznie wydłużone, z których powstają naczynia lub cewki; w *C* jeszcze wyżej — strefa włosnikowa: komórki już ostatecznie wyrosły, wypełniły się sokiem komórkowym, a plazma i jądro znajdują się przy błonie; wyróżnicowały się również i komórki przewodzące.



poprzednim korzeń rósł intensywnie, przestało już zupełnie rosnąć, odsunęło się dalej od szczytu.

Strefa włosnikowa. Po pewnym więc czasie rosące miejsce na korzeniu przestaje rosnąć wzdłuż i na pewnej długości powstaje na nim gęste pokrycie licznymi włosnikami; z budową włosników zapoznamy się bliżej przy omawianiu budowy anatomicznej korzenia. Życie włosników nie trwa zresztą długo; po pewnym czasie starsze włosniki u góry strefy włosnikowej odpadają, a poniżej strefy wy-



Rys. 65 (do ćwic. 29). Na wykiełkowanym korzeniu (*A*) fasoli oznaczyliśmy tuszem kreski poprzeczne w odstępach jednego milimetra; po sześciu godzinach (*B*) korzeń się wydłużył, przyczem rozsunęte kreski wskazują, że najsilniejszy wzrost nastąpił między drugą, trzecią i czwartą kreską; po 24 godzinach (*C*) korzeń się wydłużył jeszcze bardziej i, jak widzimy, najsilniejszy jego wzrost nastąpił znów między drugą, trzecią i czwartą kreską; powyżej 10 milimetrów kreski się nie rozsuwają; tam korzeń jest już wyrośnięty na długość.

twarzają się wciąż nowe w miejscu dopiero co wyrośniętem; w ten sposób każde miejsce na korzeniu przeszło moment wzrostu, moment kiedy było pokryte włosnikami i przechodzi wreszcie w strefę zupełnie wyrośniętą.

Ćwiczenie 29. Wykiełkować nasienie bobu, grochu lub fasoli i w odstępach milimetrych zrobić na młodym korzonku kreski poprzeczne tuszem; odnotować wzrost po 24 godzinach, jak na przytoczonym rys. 65.

Strefa wyrośnięta. Strefa wyrośnięta naogół zajmuje najznaczniejszą część korzenia. W niej korzeń wytwarza korzenie boczne i mniej lub więcej rozgałęzia się; wzrost każdego korzenia bocznego odbywa się podobnie jak wzrost korzenia głównego. Również na każdym korzeniu bocznym wyróżniamy: czapeczkę, strefę wzrostu, strefę włośnikową i strefę, w której korzeń już nie rośnie. U wielu roślin, jak np. u fasoli, wyrasta korzeń główny i wytwarza liczne korzenie boczne; mówimy, że taki korzeń rozgałęzia się bocznie; natomiast u traw korzeń główny zanika, wytwarzają się liczne korzenie tak zw. przybyszowe; takie rozgałęzienie nazywamy **wiązkowym**.

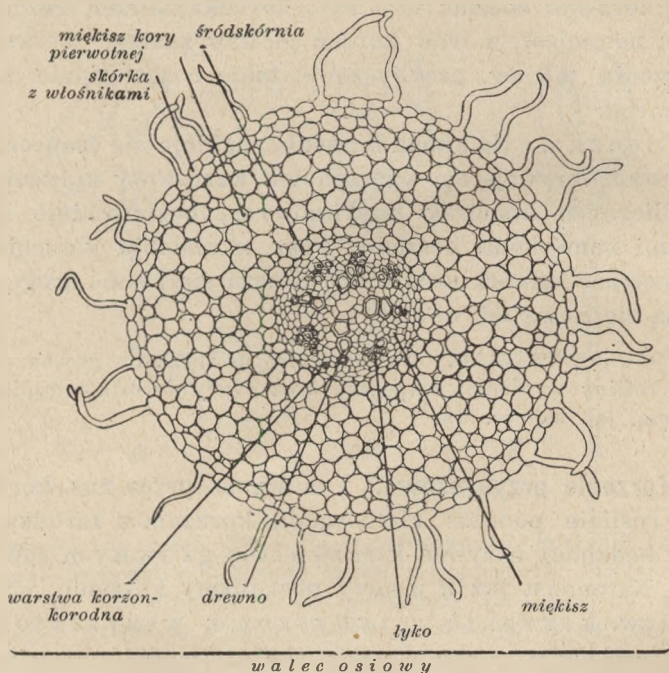
Czapeczka. Na końcu korzenia znajduje się czapeczka w formie naparstka okrywającego wierzchołek wzrostowy korzenia; składa się ona z licznych komórek miękkich, bezpośrednio łączących się z innymi komórkami korzenia. Przy wzrastaniu korzenia w głąb ziemi zewnętrzne komórki czapeczki niszczą się i stale drogą podziału wytwarzają się nowe od wewnątrz.

Ćwiczenie 30. Na wyrośniętym korzeniu grochu, fasoli lub innej rośliny wyróżnić: czapeczkę oraz strefy wzrostu, włośnikową i wyrośniętą, jak na rys. 63.

2. Korzenie przybyszowe. Omówione przez nas korzenie powstały w roślinie podczas kiełkowania korzenia z zarodka; korzeń taki nadal będziemy nazywać korzeniem głównym lub zarodkowym. Natomiast już u jasnoty poznaliśmy korzenie, wyrastające z pędu, t. zw. korzenie przybyszowe; wszystkie korzenie na roślinie poza korzeniem zarodkowym i jego rozgałęzieniami, a więc korzenie, wyrastające z pędów, są korzeniami przybyszowymi. Również i wzrost korzeni przybyszowych jest podobny do wzrostu korzeni zarodkowych. Wytwarzanie korzeni przybyszowych w przyrodzie jest niezmiernie częste; znamy tylko nieliczne gatunki roślin kwiatowych, które nie posiadają zdolności do wytwarzania korzeni przybyszowych; do takich roślin należy np. nasza sosna; natomiast odcięte gałęzki drzew, jak wierzby, topoli, brzozy i innych, lub ziół, jak trzykrotki i wielu, wielu innych, umieszczone w miejscu wilgotnym, posiadają zdolność do wytwarzania korzeni przybyszowych, dzięki czemu z odciętych pędów mogą wyrastać nowe rośliny. Wiele roślin wyrosłych z nasienia, jak np. fasola, glistownik, buk przez całe swoje życie posiadają tylko korzeń zarodkowy; natomiast szereg innych roślin, które później po-

znamy, jak poziomka, zawilec, ziemniak, cebula, w pierwszych latach tracą korzeń zarodkowy i mogą się rozwijać tylko dzięki wytwarzaniu korzeni przybyszowych.

3. **Budowa wewnętrzna korzenia** (rys. 66, 67). Budowę wewnętrzną korzenia poznamy najlepiej na przykładzie np. korzenia fasoli. W tym celu robimy poprzeczny cienki skrawek przez strefę włośnikową korzenia fasoli i rozpatrujemy go pod mikroskopem.



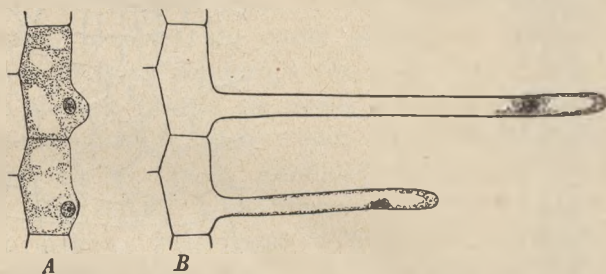
Rys. 66 (do ćwic. 30). Poprzeczny przekrój przez korzeń fasoli w strefie włośnikowej, oglądany przez mikroskop przy powiększeniu około 45 razy.

Odrzu widać, że w korzeniu możemy wyróżnić dwie części: dużą zewnętrzną, t. zw. korę pierwotną ze skórka nazewnątrz i mniejszą wewnętrzną, t. zw. walec osiowy.

Skórka. Nazewnątrz korzenia znajduje się skórka z licznymi włosnikami; włosniki są to komórki skórki, które podstawą tkwią w skórcie korzenia, a z przeciwnej strony wyrastają w długi na kilka milimetrów wyrostek, który wrasta pomiędzy cząsteczki gleby. Komórki skórki jak i włosnikowe posiadają plazmę, jądro i są wypełnione sokiem komórkowym; błony ich są cienkie nie pokryte nabłonkiem, łatwo więc mogą pobierać wodę.

Kora pierwotna. Za komórkami skórki z włosnikami znajdują się liczne komórki miękiszowe, wypełnione plazmą z jądrem i sokiem komórkowym i nie zawierające ciałek zieleni; tworzą one korę pierwotną. Komórki miękiszu kory pierwotnej posiadają mniejsze lub większe przestrzenie międzykomórkowe; zwłaszcza u roślin wodnych przestrzenie międzykomórkowe są tak duże, że tworzą rodzaj miękiszu gąbczastego. Ostatnie wewnętrzne komórki kory tworzą niekiedy błony zgrubiałe i noszą nazwę śródskórni.

Walec osiowy. Gdybyśmy zzewnątrz korzenia usunęli zupełnie korę pierwotną, to pozostanie nam t. zw. walec osiowy. Podobnie jak w nerwach liścia, w walcu osiowym znajdują się komórki przewodzące, a więc naczynia i cewki oraz rurki sitkowe. Na-

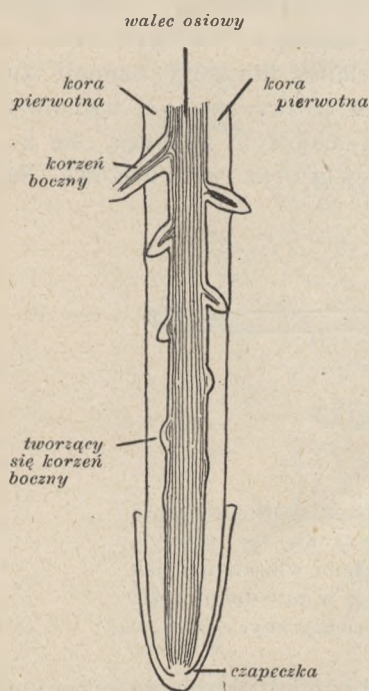


Rys. 67. Przekrój promienisty przez skórę korzenia z włosnikami; w *A* włosniki zaczynają się tworzyć, w *B* komórki skórki już z wyrostkami włosnikami; jak widzimy, plazma i jądra skupiają się w przedniej części włosników. Rysunek schematyczny.

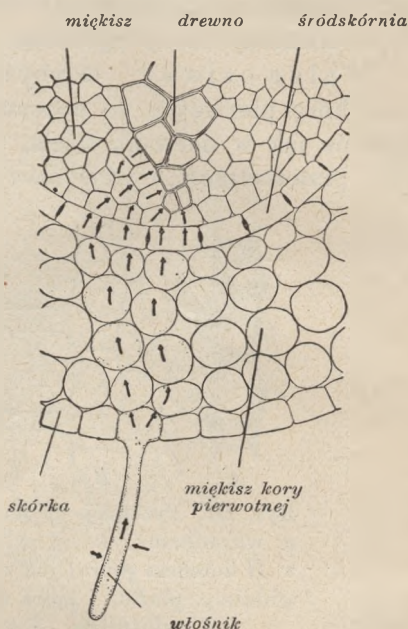
czynia i cewki są skupione razem w wiązki i to ich skupienie nazywamy drewnem; również i rurki sitkowe są skupione w wiązki; to skupienie rurek sitkowych nazywamy łykiem. Naczynia (drewno) i rurki sitkowe (łyko) leżą naprzemiennie obok siebie, tworząc szeroki pierścień i są poprzedzielane komórkami miękiszowymi. W samym środku korzenia fasoli znajduje się rdzeń. Zarówno naczynia jak i sitka nie dochodzą do samej śródskórni, t. j. do kory pierwotnej, ale są od niej oddzielone warstwą komórek, tworzących we wnętrzu korzenia rodzaj cienkiej pochwy z jednej warstwy komórek; są to komórki twórcze, t. zw. korzonkotwórcze, które mogą się dzielić; z nich powstają korzenie boczne.

Ćwiczenie 31. Zrobić cienki skrawek poprzeczny z korzenia fasoli w strefie włosnikowej, przejrzeć pod mikroskopem i wyróżnić części jak na rys. 66.

4. **Korzenie boczne** (rys. 68) powstają w korzeniach w strefie już wyrosniętej z komórek twórczych, znajdujących się wewnątrz korzenia, a mianowicie z pierwszej warstwy walca osiowego, z komórek t. zw. korzonkotwórczych; następnie przebijają się na zewnątrz przez komórki kory pierwotnej; mówimy więc, że korzenie boczne powstają wewnątrz, podczas gdy pędy boczne powstają



Rys. 68. Powstawanie korzeni bocznych (schematycznie); widzimy, że korzenie powstają w walcu osiowym i przebijają się przez kora pierwotną. Z korzeni bocznych najmłodszy u dołu, a ku górze coraz starsze.



Rys. 69. Skrawek poprzecznego przekroju przez korzeń z przedstawieniem ruchu wody w korzeniu (ruch ten i kierunek wskazują czarne strzałki). Wodę pobierają z gleby włóśniki, dalej woda przenika przez komórki mięksiszowe kory pierwotnej i przez śródskórnię do walca osiowego i do naczyń, a stamtąd łodygami do liści i miejsc wzrostu (patrz również rys. 61).

z komórek zewnętrznych, czyli zewnętrznie w tkance twórczej wierzchołka wzrostowego. Każdy korzeń jest tem młodszy, im znajduje się bliżej wierzchołka wzrostowego.

5. **Pędy, wyrastające z korzeni.** Niektóre gatunki roślin, jak np. szczaw polny, osty, wilczomlecz oraz z drzew: topole, akacje i inne, posiadają zdolność do wytwarzania pąków na korzeniach; pąki

te wyrastają w pędy nadziemne i w ten sposób korzeń u pewnych gatunków roślin (głównie u chwastów) służy również do rozmnażania roślin.

6. Czynności korzenia. Już niejednokrotnie mówiliśmy, że korzeń służy roślinie do pobierania wody i soli mineralnych z gleby oraz do umacniania rośliny. Po zapoznaniu się z budową korzenia możemy zapoznać się bliżej z temi czynnościami.

Pobieranie wody (rys. 69). Wodę i sole mineralne pobiera korzeń przede wszystkim przy pomocy włosników. Włosniki wytwarzają się, jak widzieliśmy już, w wyrosłej części korzenia; komórki skórki, leżące na granicy strefy włosnikowej i strefy rosnącej, wyrastają w długi wyrostek, który wsuwa się między cząsteczki gleby i skleja się z temi cząsteczkami. W ten sposób umocniony z boku korzeń, rosnąc, przebija się coraz głębiej; w miarę wzrostu korzenia włosniki u góry zamierają (czynność włosnika trwa zaledwie kilka dni), a u dołu tworzą się nowe; strefa więc włosnikowa przesuwa się nieustannie w głąb ziemi; włosniki, jak wiemy, są komórkami żywymi, posiadają zdolność pobierania wody z rozpuszczonemi w niej solami mineralnemi z gleby; przytem roślina posiada bardzo ciekawą właściwość wybierania soli mineralnych, t. j. pobierania niektórych związków w mniejszej lub większej ilości. Woda wraz z solami mineralnemi przenika przez cienką błonę i plazmę, dostaje się do wnętrza włosników, stamtąd przedostaje się do komórek miękiszowych kory pierwotnej i wreszcie do tkanek przewodzących, któremi przepływa do liścia (rys. 69). Korzenie, jak wiemy, rozgałęziają się, a każdy korzeń boczny posiada strefę włosnikową; w ten sposób powierzchnia, którą korzeń wchłania wodę, jest bardzo duża. Również dzięki temu, że włosniki w miarę wzrostu korzenia przesuwiają się w glebie, strefa pobierania wody w korzeniu przesuwa się w miejsca coraz głębsze, zasobniejsze w wodę i sole mineralne.

Normalnie gleba zawiera w odpowiedniej ilości wszystkie mineralne składniki, potrzebne roślinom do rozwoju; wprawdzie rośliny, pobierając wodę z solami mineralnemi, wyczerpują glebę, ale gleba ta zostaje wzbogacona przez sole mineralne z opadłych i rozkładających się organów roślinnych. Natomiast przy uprawie roślin zbożowych pędy nadziemne zostają skoszone i usunięte z pola; gleba wskutek tego ubożeje w sole mineralne, czyli, jak mówimy, jałowije; wzbogacamy ją przeto, stosując rozmaite nawozy.

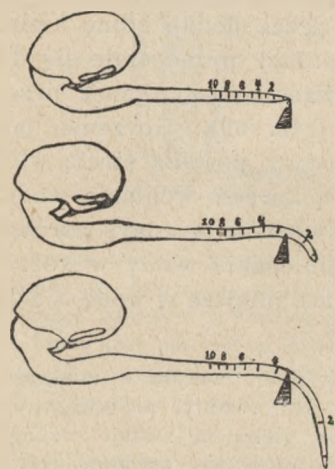
Umacnianie rośliny. Korzeń jako organ rosnący w ziemi jednocześnie przytwierdza roślinę; to umacnianie potęgują liczne ko-

rzenie boczne i włóśniki, tak że trudno u wielu roślin wydobyć korzeń z ziemi bez rozerwania jego części. U roślin dużych, np. drzew, system korzeniowy jest odpowiednio duży, przyczem korzenie jednych drzew, jak np. dębu, sosny wrastają głęboko w ziemię, korzenie zaś innych drzew, jak np. świerku, szeroko się rozpościerają tuż pod powierzchnią ziemi.

Kurczenie się korzenia. Strefa wyrośnięta w korzeniu posiada biologicznie bardzo ważną zdolność do kurczenia się niekiedy bardzo znacznego, bo aż do trzech czwartych długości korzenia; przez to skurczenie się roślina może wciągać pędy nadziemne do ziemi oraz regulować ułożenie pędów podziemnych w odpowiedniej głębokości. Zmarszczki poprzeczne, które dostrzegamy na korzeniach marchwi, są wynikiem kurczenia się tych korzeni.

7. Wpływ warunków zewnętrznych na budowę i czynności korzenia. Korzeń znajduje się w odmiennych warunkach niż pęd; inne więc warunki w odmienny sposób wpływają na jego budowę, czynności i kierunek wzrostu.

Siła ciężenia (rys. 70). Podobnie jak kierunek wzrostu pędu, tak i kierunek wzrostu korzenia zależy od siły ciężkości, z tą różnicą, że pędy rosną przeważnie w kierunku przeciwnym działaniu siły ciężenia, a korzenie odwrotnie w kierunku tego działania. Jeżeli korzeń fasoli po wykiełkowaniu umieścimy poziomo, to wtedy pęd



Rys. 70. Fasola po wykiełkowaniu, umieszczona poziomo. Widzimy, że korzeń pod wpływem siły ciężkości zgiął się ku dołowi; zgięcie to nastąpiło w strefie wzrostu.

zwróci się ku górze, a korzeń ku dołowi. Bliższe badania wykazują, że miejsce, w którym się skręca pęd i korzeń, znajduje się w strefie wzrostu; to skręcenie się polega na tem, że wskutek działania siły ciężkości jedna strona silniej rośnie, to znaczy komórki intensywniej się dzielą i rosną, aniżeli z drugiej strony.

W kierunku działania siły ciężkości rosną przedewszystkiem korzenie główne, natomiast korzenie boczne wyrastają różnie, pod pewnym kątem do działania siły ciężkości. Dzięki temu rozmaitemu ustosunkowaniu się korzeni głównych i korzeni bocznych do działania siły ciężkości, korzenie mogą się rozrastać w glebie nie tylko ku dołowi, ale i na boki.

Światło. Korzeń u większości roślin rośnie w ziemi, a więc jest prawie zupełnie pozbawiony światła; to też światło ma na ogół słaby wpływ na wzrost korzenia. Nie-

które jednak rośliny, wydobyte z ziemi, hodowane w wodzie i poddane jednostronnemu działaniu światła, zwracają swe korzenie w kierunku odwrotnym do działania tego światła.

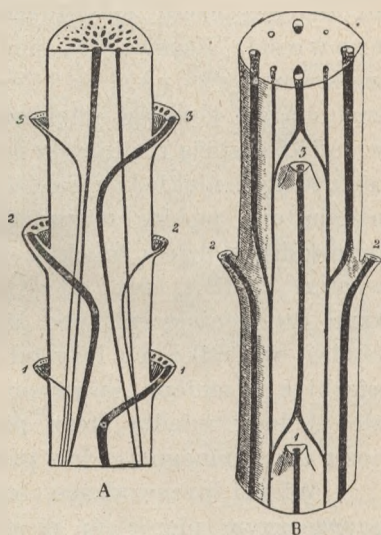
Wilgoć. Na kierunek wzrostu korzenia ma również wpływ wilgotność; doświadczenia wykazały, że rośliny posiadają zdolność do zwracania swych korzeni w kierunku większej wilgotności.

8. Inne rodzaje korzeni. Poznane przez nas korzenie służą przede wszystkim do pobierania wody i umacniają roślinę w ziemi. W dalszych wykładach dowiemy się, że korzenie mogą gromadzić pokarmy, że korzenie mogą wyrastać w powietrzu i że w korzeniach niektórych roślin mogą się wytwarzać ciała zieleni.

BUDOWA I ZADANIE ŁODYGI.

Łodyga u większości roślin, jak np. u poznanych przez nas: jasnoty, glistownika, fasoli, pszenicy, służy roślinie przede wszystkim jako rusztowanie dźwigające liście; poza tem również przez łodygę przebiegają tkanki przewodzące, przeprowadzające wodę z solami mineralnymi w niej rozpuszczonymi z korzenia do liści oraz substancje organiczne, wytworzone w liściu, do innych części pędu i korzenia.

1. Budowa wewnętrzna łodygi (rys. 71). Budowę wewnętrzną łodygi przede wszystkim charakteryzuje przebieg tkanek przewodzących, tworzących t. zw. wiązki przewodzące; gdybyśmy badali np. przebieg wiązek przewodzących z nerwu liściowego do łodygi u takich roślin, jak glistownik, fasola lub jasnota, które zaliczamy do roślin dwuliściennych (rys. 71 B), toby się okazało, że u tych roślin wiązki, przeważnie nieliczne, po wejściu z liścia w łodygę na niewielkiej odległości zginają się ku dołowi i przebiegają już równo-



Rys. 71. Przebieg wiązek przewodzących w łodygach; w *A* — u roślin jednoliściennych — łodyga została przepołowiona i liście odcięte; wiązki przewodzące oznaczone czarno; w *B* — u dwuliściennych — kora jest zdjęta, a łodyga jakby była przezroczysta; liście zostały odcięte; wiązki przewodzące również oznaczone czarno. Liczby oznaczają kolejno liście. Rysunek schematyczny.

legle wzdłuż łodygi; wiązki te więc w łodygach roślin dwuliściennych tworzą rodzaj regularnego pierścienia. Natomiast u takich roślin jak np. kukurydza, storczyki, palmy, które zaliczamy do roślin jednoliściennych, liczne wiązki z liścia łukowato przebiegają ku środkowi łodygi, poczem zaginają się ku obwodowi (rys. 71 A); skutkiem tego jeżeli będziemy rozpatrywać łodygę tych roślin pod mikroskopem, to zobaczymy, że wiązki te przebiegają nierównomiernie i są licznie rozrzucone wśród łodygi. Inaczej więc przebiegają wiązki u roślin dwuliściennych, a inaczej u roślin jednoliściennych. Na przykładach jednych i drugich roślin bliżej zapoznamy się dokładniej z budową łodygi.

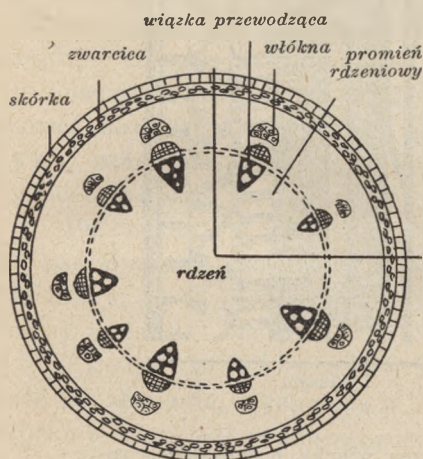
2. Budowa łodygi roślin dwuliściennych (rys. 72 — 76, 11). Zróbmy poprzeczny przekrój przez łodygę jakiejkolwiek rośliny, np. glistownika, fasoli, jaskra, słonecznika lub innych. Odrazu widzimy, że znaczna część łodygi jest wypełniona komórkami miękiszowymi. Nazewnątrz, podobnie jak liść, łodygę okrywa jednowarstwowa skórka, w której możemy dojrzeć szparki. Za skórką znajdują się komórki miękiszu zieleniowego; zewnętrzne więc tkanki w łodydze służą roślinie do ochrony (skórka) i do przyswajania; prócz tego, dzięki niekiedy zgrubiałym błonom w komórkach miękiszowych, nadają one pędowi sztywność. Przebiegające przez łodygę wiązki przewodzące dzielą miękisz na: miękisz zewnętrzny, i leżący wewnątrz, czyli t. zw. rdzeń. Miękisz zewnętrzny wraz z komórkami wzmacniającymi pod skórą tworzy korę pierwotną; natomiast wszystko, co leży od kory pierwotnej ku wewnątrz, a więc wiązki z rdzeniem, nazywamy walcem osiowym. Dokładną granicę jednak między korą pierwotną a walcem osiowym w łodydze pędu nadziemnego trudno przeprowadzić.

Wiązki przewodzące leżą obok siebie, tworząc na przekroju poprzecznym pierścień; są one oddzielone od siebie przez komórki miękiszowe, które tworzą t. zw. promienie rdzeniowe. W łodygach wielu roślin nazewnątrz od wiązek przewodzących występują wiązki tkanki mechanicznej. Wiązki przewodzące są tak ułożone w łodydze, że gdybyśmy przez ich środek przeprowadzili linię podłużną, to linia ta leżałaby zawsze w promieniu łodygi. Ułożenie tkanek w łodydze glistownika mamy schematycznie przedstawione na rys. 72.

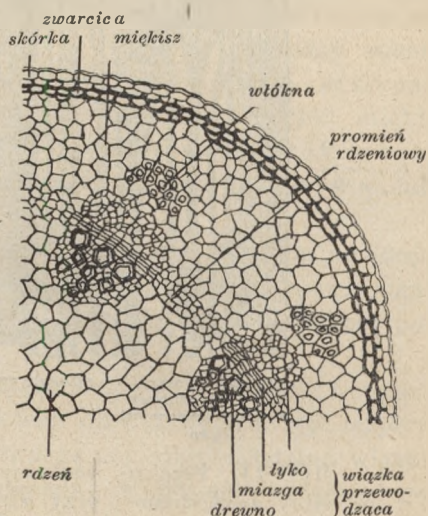
Tkanki miękiszowe niczem się nie różnią od poprzednio opisanych; zewnętrzne komórki miękiszowe posiadają zieleni i mogą przyswajać; natomiast komórki promieni rdzeniowych i rdzenia są prze-

ważnie bezbarwne; u niektórych roślin, jak np. u sitów (rys. 9), komórki rdzenia zamierają, tak że pozostają tylko błony komórkowe wypełnione powietrzem; u jasnoty lub grochu giną nawet i błony komórkowe, tak że łądyga jest wewnątrz pusta.

Przyjrzyjmy się teraz wiązce przewodzącej; dla dokładnego jej poznania musimy zmienić w mikroskopie powiększenie (rys. 73). W części wiązki, zwróconej ku wewnątrz łądygi, widzimy komórki o większym świetle; dokładniejsze badania wykazałyby nam, że komórki te są wypełnione wodą i mają zdrewniałe błony. Gdybyśmy teraz zrobili przekrój podłużny przez wiązkę (rys. 74), toby się okazało, że komórki te tworzą długie rurki i nie mają błon poprzecz-

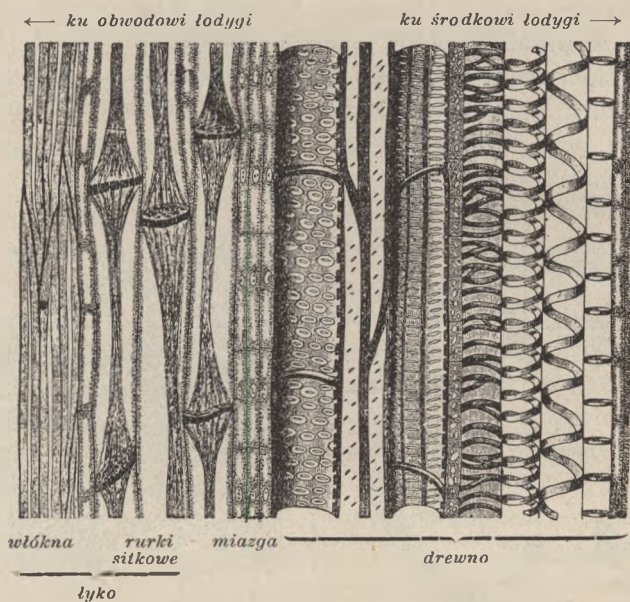


Rys. 72. Przekrój poprzeczny przez łądygę glistownika, przedstawiony schematycznie; widzimy wiązki przewodzące, tworzące w swym przebiegu pierścień; nad każdą wiązką przebiegają włókna, tworzące wiązki wzmacniające; nazewnątrz znajduje się jednowarstwowa skórka, a pod nią zwarctica; pozostałe miejsca (na rys. białe) zajmuje tkanka miękiszowa, tworząca nazewnątrz wiązek miękisz kory pierwotnej, promienie rdzeniowe między wiązkami i w środku rdzeń.



Rys. 73 (do ćwic. 31). Przekrój poprzeczny przez łądygę glistownika, oglądany pod mikroskopem przy powiększeniu około 150 razy. Widzimy wycinek łądygi, zaznaczony na rys. 72 dwiema liniami pod kątem prostym; przez miękisz przebiegają dwie wiązki przewodzące otwarte (łyko, miazga i drewno) oraz nad nimi dwie wiązki wzmacniające — włókien; w miększu wyróżniamy: miękisz kory pierwotnej, promienie rdzeniowe i rdzeń; nazewnątrz łądygę okrywa skórka; pod nią (zaznaczona czarno) tkanka wzmacniająca, miękiszowa — zwarctica.

nych; są to naczynia zupełnie takie same, jakie widzieliśmy już w nerwach liścia i w walcu osiowym korzenia. Obok naczyń możemy znaleźć komórki również martwe o błonach zdrewniałych, ale nie tracące błon poprzecznych; są to cewki. Naczynia powstają z komórek mięsistowych pod wierzchołkiem wzrostowym; komórki te początkowo są wypełnione zarodnią z jądrem i leżą jedna nad drugą (patrz rys. 11). Komórki te zaczynają się wydłużać, przy-



Rys. 74. Przekrój podłużny przez wiązkę przewodzącą rośliny dwuliściennej przy silniejszym powiększeniu; widzimy więc łyko (składające się z włókien i rurek sitkowych), miazgę i drewno; w rurkach sitkowych widzimy pięć poprzecznych błon siatkowanych; w drewnie widzimy (od lewej ku prawej) naczynie jamkowe, dalej włókna, jeszcze dalej naczynia spiralne i wreszcie naczynia pierścieniowe.

czem pobierają znaczne ilości wody i wewnątrz nich tworzą się duże wodniczki. Wreszcie i plazma w nich ginie, giną błony poprzeczne, tak że z wielkiej ilości tych komórek powstaje cienka rurka, biegnąca wzdłuż wiązki. Na błonach naczyń dostrzegamy charakterystyczne zgrubienia w postaci pierścieni, spirali, siatki, jamek lub centek. Dzięki tym zgrubieniom naczynia nie mogą być zgniecione przez otaczające komórki. Naczyń w takiej wiązce może być wiele;

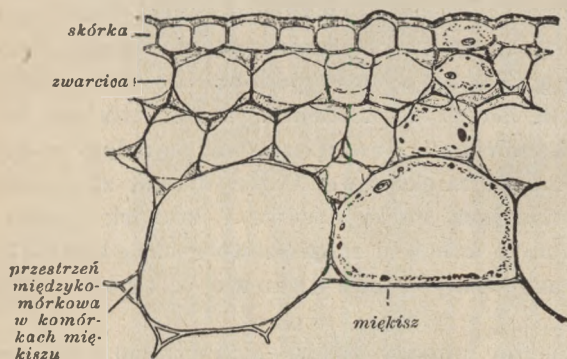
nie wypełniają jednak one całej części wiązki, lecz między nimi znajdują się komórki miękiszowe, tworzące t. zw. miękisz drewna; naczynia zawsze sąsiadują z komórkami miękiszowymi. Tę część wiązki, zwróconą ku środkowi łodygi, zawierającą naczynia, cewki i miękisz drewna, nazywamy, podobnie jak w korzeniu, *drewnem*.

Innego rodzaju komórki znajdujemy w części wiązki, zwróconej ku obwodowi łodygi; budowę tych komórek poznamy przedewszystkiem w przekroju podłużnym (rys. 74); znajdujemy tu komórki wydłużone, zawierające plazmę, o błonach niezdrewniałych; błony poprzeczne tych komórek są charakterystycznie podziurkowane, tworząc rodzaj sita; są to rurki sitkowe, podobne do tych, które już widzieliśmy w nerwach liści i w korzeniu. Rurki sitkowe są, podobnie jak naczynia, komórkami przewodzącymi; między nimi znajdują się również komórki miękiszowe. Część wiązki, zwróconą ku obwodowi łodygi, posiadającą rurki sitkowe i komórki miękiszowe, nazywamy *łykiem*, a komórki miękiszowe — *miękiszem łyka*; całą zaś wiązkę nazywamy *naczyniowo-sitkową* lub *łyko-drewną*.

Prócz tego w wiązce tej między drewnem i łykiem znajduje się pas komórek wypełnionych plazmą z jądrem i posiadających cienkie błony; są to komórki twórcze, zw. *miazgą*; rolę tej miazgi poznamy później.

Tkanki mechaniczne, nadające łodygom sztywność i odporność na złamanie, występują w częściach obwodowych łodygi między skórą a wiązkami przewodzącymi; tworzą one albo oddzielne wiązki wzmacniające, albo też są ze sobą połączone w postaci jednociągłego pierścienia. Tkanki mechaniczne są dwojakiego rodzaju; położone tuż pod skórą są komórkami żywymi i posiadają ciążka zieleni; błony ich są grube, niezdrewniałe, zgrubienia błon są nierównomierne; komórki te, tworzące tkankę, zwaną *zwarcicą* (rys. 75), pełnią zarówno czynności przyswajania jak i wzmacniania rośliny; w łodydze np. jasnoty tkanki te występują wzdłuż kątów (łodyga jasnoty jest, jak wiemy, czterokanciasta). Natomiast komórki mechaniczne położone głębiej są martwe i posiadają grube błony; komórki te są wrzecionowato wydłużone i ze sobą mocno połączone w ten sposób, że ostre końcami zachodzą między siebie; komórki tej tkanki nazywamy *włóknami* (rys. 76); włókna są niezwykle sprężyste i rozciągliwe o wiele bardziej, niż stal. Ta obecność tkanek mechanicznych o tak znacznej sprężystości, ułożonych na obwodzie, pozwala roślinom, niekiedy np., jak u naszych zbóż, obciążonych stosunkowo

ciężkim kłosem, zginać się przy podmuchach wiatru. Przy takim zginaniu się jedna strona (od strony działania wiatru) się wydłuża, druga (ze strony przeciwnej) kurczy, w środku zaś pozostaje bez zmian; położenie więc tkanek mechanicznych na obwodzie skutecznie broni roślinę przed złamaniem.



Rys. 75. Przekrój poprzeczny przez ogonek liściowy begonii w celu wykazania tkanki wzmacniającej zwarcicy. Leży ona tuż pod skórą i składa się z komórek żywych, których błony grubieją w kątach w miejscu zetknięcia się komórek; komórki te nadają łodygom i ogonkom liściowym sztywność i jednocześnie posiadając ciała zieleni, przyswajają.

Rys. 76. Wiązka włókien, wycięta z łodygi, oglądana pod mikroskopem; widzimy komórki martwe o grubych błonach; komórki są wydłużone, na końcach zaostrzone i temi zaostrzeniami zachodzące za siebie.

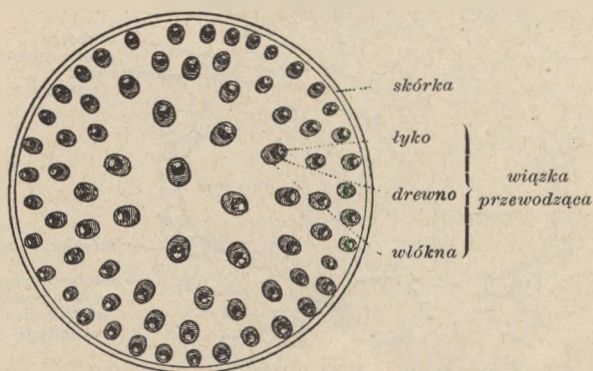
Z włókien niektórych roślin, np. lnu, konopi, korzystamy od najdawniejszych czasów, wyrabiając z nich tkaniny, sznury i t. p. rzeczy; w tym celu z łodygi lnu po wymoczeniu i odpowiednim wysuszeniu oddzielamy wszystkie tkanki i pozostawiamy tylko same włókna, które później odpowiednio mogą być użyte.

Ćwiczenie 32. Zrobić skrawek poprzeczny przez łodygę glistownika, jaskra, jasnoty lub słonecznika i wyróżnić pod mikroskopem przy mniejszym powiększeniu części omówione w wykładzie oraz zaznaczone na rys. 72.

Ćwiczenie 33. Na tych samych skrawkach przy większym powiększeniu przejrzyć i wyróżnić części składowe wiązki przewodzącej, zaznaczone na rys. 73 i ewentualnie na rys. 74.

3. Budowa łodygi roślin jednoliściennych (rys. 77, 78). Za przykład budowy łodygi roślin jednoliściennych może nam służyć

łodyga kukurydzy. Jeżeli będziemy ją oglądali pod mikroskopem, to zobaczymy, że wśród komórek miękiszowych przebiegają wiązki przewodzące, ułożone nierównomiernie; nie możemy więc tu wyróżnić ani kory pierwotnej ani rdzenia (rys. 77). Wiązka przewodząca jest zbudowana jak u roślin dwuliściennych, a więc składa się (rys. 78) z drewna (naczynia, cewki i miękisz drewna), zwróconego ku środkowi łodygi, oraz łyka (rurki sitkowe, miękisz łyka), zwróconego ku obwodowi łodygi; łyko i drewno są zewnątrz otoczone komórkami mechanicznymi, włóknami. Natomiast u kukurydzy (jak u roślin jednoliściennych) wiązki przewodzące nie posiadają zupełnie



Rys. 77. Przekrój poprzeczny przez łodygę kukurydzy, powiększony 20 razy; widzimy liczne wiązki, rozrzucone wśród tkanki miękiszowej (na rysunku miejsca białe).

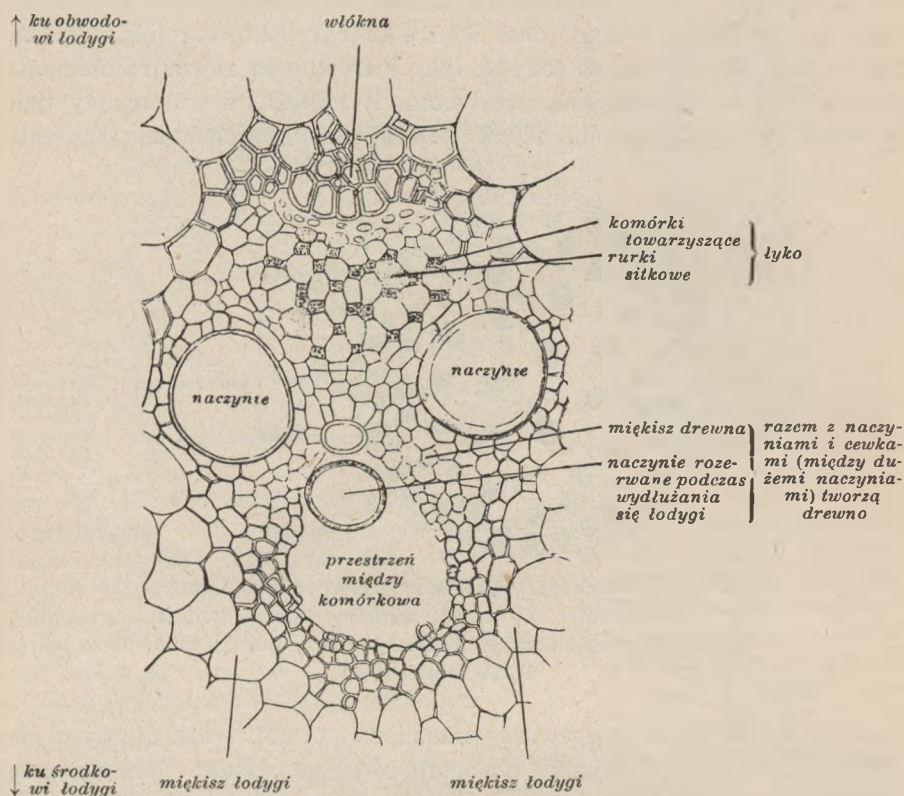
miazgi. Takie wiązki nazywamy zamkniętymi, podczas gdy u roślin dwuliściennych wiązki posiadają miazgę; wiązki te nazywamy otwartymi.

Ćwiczenie 34. Zrobić cienki skrawek podłużny i poprzeczny przez łodygę kukurydzy i rozpatrzyć przy powiększeniu mniejszym w celu zorientowania się w układzie wiązek podług zaznaczonego rys. 77.

Ćwiczenie 35. Obejrzeć wiązkę kukurydzy przy większym powiększeniu i zaznaczyć części wyróżnione na rys. 78.

4. Przeprowadzenie wody i substancyj organicznych. Woda, pobrana z gleby włośnikami na korzeniu, przenika, jak widzieliśmy, komórkami miękiszowymi do tkanek przewodzących, przedewszystkiem do naczyń. O tem, że woda przechodzi naczyniami, możemy się przekonać w następujący sposób. Weźmy pęd jakiegokolwiek ro-

śliny, np. fasoli, i umieścimy go w wodzie zabarwionej np. czerwonym atramentem. Po pewnym czasie wyjmujemy z wody nasz pęd, robimy poprzeczny skrawek przez łodygę i oglądamy pod mikroskopem; zobaczymy wtedy, że czerwono zabarwiły się naczynia, gdyż w nich woda podniosła się; w tem podnoszeniu się wody biorą udział



Rys. 78 (do ćwic. 34). Przekrój poprzeczny przez wiązkę przewodzącą z łodygi kukurydzy, oglądany pod mikroskopem przy powiększeniu 180 razy; widzimy nazewną łyko i ku wewnątrz drewno; między drewnem i łykiem nie ma miazgi (wiązka zamknięta); duża przestrzeń międzykomórkowa w drewnie powstała przez rozerwanie się komórek przy wzroście łodygi.

i komórki miękiszowe, które, jak to zaznaczyliśmy, sąsiadują z naczyniami. Jak już mówiliśmy, woda przeprowadzona przez naczynia przedostaje się do liści lub do rosnących części pędu.

To przeprowadzanie wody w roślinie jest zjawiskiem życiowym, zależnym, jak każde zjawisko, od czynników zewnętrznych; tak np.

znaczące obniżenie temperatury powstrzymuje proces przewodzenia wody.

Oprócz wody również przez tkanki przewodzące, a mianowicie przez rurki sitkowe, substancje organiczne, wytworzone w liściu, zostają przeprowadzone z liści do rosnących pędów, rosnącego korzenia lub pędów podziemnych.

5. **Różne rodzaje budowy łodygi.** Poznane przez nas łodygi są łodygami zielnymi, dźwigającymi liście; w ciągu dalszych wykładów poznamy jeszcze łodygi zdrewniałe, gromadzące w sobie pokarmy, służące do obrony (ciernie) i inne.

CZĘŚĆ II.

ŻYCIE I ROZWÓJ ROŚLIN W ICH NATURALNYCH WARUNKACH.

Na kilku przykładach zapoznaliśmy się ogólnie z rozwojem i budową roślin kwiatowych. Już na tych kilku przykładach widzieliśmy, że budowa i życie rośliny jest ściśle zależna od tych

warunków, w których roślina żyje. Inaczej są zbudowane rośliny, rosnące na szczytach gór, aniżeli rośliny, rosnące np. w wodzie; odmienną budowę mają rośliny występujące w lasach cienistych, niż rosnące w miejscach słonecznych. Jedna i ta sama roślina, jak np. buk (patrz str. 55), ma inaczej zbudowane liście, zależnie od tego, czy liście te są wystawiane na światło, czy też rozwijają się w cieniu; również jedna i ta sama roślina, żyjąca w rozmaitych warunkach, może mieć niekiedy odmienny wygląd. Pewien uczony



Rys. 79. Dwa okazy pospolitej u nas rośliny mniszka lekarskiego: 1-szy rośnie na nizinach, 2-gi — ten sam gatunek mniszka, rosnącego w górach.

brał rośliny, jak np. pospolity u nas dmuchawiec, dzielił je i jedną część sadił na nizinach, a drugą w górach (rys. 79); rośliny te, choć pochodzące od jednego osobnika, różniły się od siebie; na nizinach wyrastały z dużymi liśćmi i kwiatostanami na wydłużonych łodyżkach; natomiast ta sama roślina w górach miała liście o wiele mniejsze i łodyżki krótsze. Rośliny mają do pewnego stopnia zdolność do zmieniania swej formy i cyklu życiowego, zależnie od zmian warunków zewnętrznych; zdolność tę roślin nazywamy przystosowaniem.

Jednym z najważniejszych czynników, działających na rozwój naszych roślin, są roczne zmiany klimatyczne, które, jak mówiliśmy, wywołują w życiu rośliny okresy wzmożonej wegetacji i rozwoju w miesiącach wiosennych, letnich i wczesnej jesieni, oraz okresy życia uśpionego w miesiącach zimowych.

Ale oprócz tej zdolności przystosowywania się do warunków otoczenia, każdy gatunek rośliny posiada swoje cechy, różniące go mniej więcej wyraźnie od innego gatunku. Jedne więc rośliny wyrastają jako zioła jednoroczne, inne jako zioła wieloletnie, albo tak zw. byliny, inne wreszcie tworzą grube twarde pędy drzewiaste; jedne rośliny skupiają substancje zapasowe w korzeniach, inne w pędach lub nasionach; jedne wytwarzają tylko pędy wzniesione, pędy innych roślin natomiast płożą się po ziemi, lub nawet rozwijają się w ziemi. W przyrodzie więc występuje wielka różnorodność kształtów i sposobów rozwoju rośliny. Na szeregu przykładów zapoznamy się szczegółowiej z budową i rozwojem rozmaitych typów roślin.

Poza tem rośliny rzadko wyrastają pojedynczo; przeważnie rozwijają się w skupieniach, utworzonych przez najrozmaitsze gatunki, mające podobne wymagania życiowe. To życie zbiorowe w skupieniach wywołuje również zależność jednej rośliny od drugiej i może wpływać na wygląd rośliny. Zaznajomimy się więc jednocześnie z niektórymi ważniejszymi skupieniami roślin.

A. ROŚLINY ZIELNE.

1. **Rośliny jednoroczne i dwuletnie.** Za przykład roślin jednorocznych może służyć pospolity u nas wśród zbóż chaber bławatek (*Centaurea Cyanus*); bławatek wiosną wykiełkuje z nasion, rozwija korzenie, pędy ulistnione, kwitnie i wydaje owoce; na zimę korzeń i pęd bławatka zupełnie giną; z całej rośliny pozostają tylko owoce z nasionami; nasiona kiełkują niekiedy jeszcze jesienią, wtedy zimuja i rozwijają się wiosną. Życie więc bławatka trwa tylko



Rys. 80. Burak zwyczajny ówikłowy: *B* — w pierwszym roku po wykiełkowaniu; *A* — w drugim roku, z pędami kwiatonośnymi.

jeden okres wegetacji. Do roślin jednorocznych należą również: poznana przez nas fasola i pszenica, a poza tem len, tataraka, wiele chwastów i inne.

Niektóre rośliny jednoroczne, jak np. fiołek trójbarwny (*Viola tricolor*), starzec zwyczajny (*Senecio vulgaris*) i inne, przeniesione w inne warunki, np. w góry, albo hodowane w jednakowych warunkach w cieplarniach, stają się roślinami dwuletnimi lub wieloletnimi.

Jako przykład roślin dwuletnich może służyć uprawiany u nas burak zwyczajny (*Beta vulgaris*, rys. 80). W pierwszym roku po zasianiu z nasienia buraka wyrasta korzeń oraz krótki pęd z dużemi jajowatemi liśćmi, tworzącemi różyczkę; wytworzone w liściach substancje organiczne zostają składane w komórkach mię-

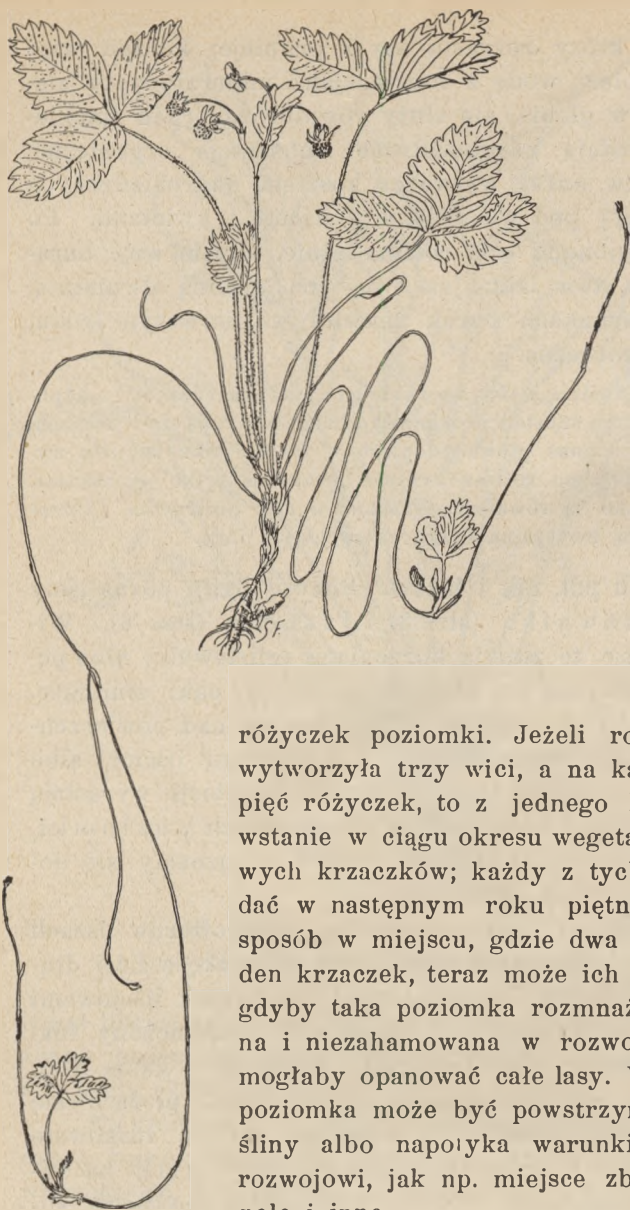
kiszowych korzenia, który rozrasta się i grubieje; korzeń więc u buraka nie tylko pobiera wodę z substancjami mineralnymi z ziemi i umacnia roślinę w glebie, ale służy również za organ śpichlerzowy, w którym zostają nagromadzone substancje organiczne; w drugim dopiero roku burak wytwarza kosztem nagromadzonych w korzeniach substancji pęd wzniesiony z liśćmi i kwiatami. Po wydaniu owoców z nasionami cała roślina ginie. Życie więc buraka, jak widzimy, trwa dwa lata; jest więc on rośliną dwuletnią; w pewnych jednak warunkach burak zakwita w pierwszym roku; jest wtedy rośliną jednoroczną.

Podobnie dwuletnią rośliną jest kapusta głowiasta (rys. 4); u kapusty w pierwszym roku rozwoju substancje organiczne nagromadzają się w liściach, tworzących poznaną już przez nas główkę; dopiero w drugim roku kapusta wytwarza kwiaty i nasiona, poczem roślina zamiera, a zimują tylko jej nasiona.

Roślinami dwuletnimi są również uprawiane u nas: pietruszka (*Petroselinum sativum*), marchew zwyczajna (*Daucus carota*) i inne.

2. Byliny naszych pól, łąk i lasów. Rozwój bylin poznaliśmy na przykładach glistewnika (str. 3) i jasnoty (str. 6). Widzieliśmy już, że rośliny te zimują korzeniami (glistewnik) albo pędami podziemnymi (jasnota), na których posiadają pąki zimujące. Pąki zimujące naszych bylin są umieszczone albo tuż nad powierzchnią ziemi, często okryte zbutwiałymi, zeszłorocznymi liśćmi, albo tkwią głębiej w ziemi; z pąków tych w okresie wegetacji wyrastają pędy nadziemne z kwiatami i owocami. Na przykładach poziomki, zawilca, ziemniaka, cebuli i storczyka poznamy się dokładniej z życiem i rozwojem tych roślin.

a) POZIOMKA (*Fragaria vesca*, rys. 81). Pospolita w lasach i na porębach poziomka wytwarza przyziemną różyczkę z liści długogonkowych z przylistkami i trójdzielnymi blaszkami liściowymi (rys. 28). Z różyczki tej wyrasta pęd wzniesiony, zakończony białymi kwiatami lub owocami; natomiast pędy, powstałe w kącie liści, nie wyrastają ku górze, ale rosnąc płożą się po ziemi; płożące się pędy są cienkie, stosunkowo długie i posiadają drobne łuskowate listki; tego rodzaju pędy płożące się nazywamy wiciami; na wiciach tych w kącie łuskowatych listków wytwarzają się pędy zupełnie takie same, z jakich wyrosły wici, t. j. z różyczką liści i korzeniami przybyszowymi; po pewnym czasie wici, łączące nowopowstałą różyczkę z różyczką macierzystą, rozrywają się, giną i w ten sposób powstaje nowa, samodzielnie żyjąca roślina; zakorzenione różyczki zimują z rozwiniętymi liśćmi, a w następnym roku wy-



Rys. 81. Krzaczek poziomki z wiciami; wici z prawej strony zostały pozginane. Zmniejszone.

rosną z nich pędy z kwiatami i wiciami zupełnie tak, jak w różyczce macierzystej.

W ten więc sposób poziomka rozrasta się i dzięki wytwarzaniu wici rozmnaża; rozmnażanie to w odróżnieniu od rozmnażania przy pomocy nasion, czyli t. zw. rozmnażania płciowego, nazywamy rozmnażaniem wegetatywnym; w ten sposób również w danym miejscu pomnaża się ilość

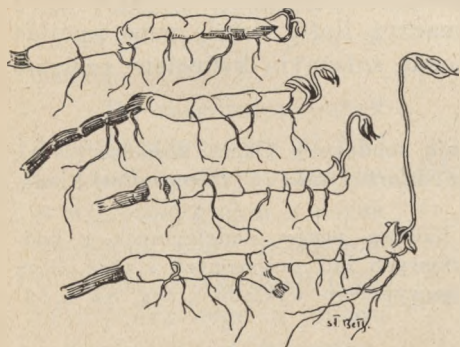
różyczek poziomki. Jeżeli roślina macierzysta np. wytworzyła trzy wici, a na każdej wici powstało po pięć różyczek, to z jednego krzaczka poziomki powstanie w ciągu okresu wegetacyjnego piętnaście nowych krzaczków; każdy z tych krzaczków może wydać w następnym roku piętnaście nowych i w ten sposób w miejscu, gdzie dwa lata temu był tylko jeden krzaczek, teraz może ich być przeszło dwieście; gdyby taka poziomka rozmnażała się niepowstrzymana i niezahamowana w rozwoju, to po kilku latach mogłaby opanować całe lasy. W tej jednak wędrownie poziomka może być powstrzymywana przez inne rośliny albo napotyka warunki nieodpowiadające jej rozwojowi, jak np. miejsce zbyt wilgotne lub suche, pole i inne.

W podobny mniej więcej sposób rozwija się i rozmnaża szereg roślin pospolitych, jak np. pięciornik srebrny (*Potentilla argentea*), jaskier rozestany (*Ranunculus repens*), fiolek wonny (*Viola odorata*), dąbrówka rozłogowa (*Ajuga reptans*) i inne. Dąbrówka rozłogowa również wytwarza

pędy położące się; pędy te posiadają liście przyswajające i nazywamy je rozłogami; wici posiadają tylko listki łuskowate.

Ćwiczenie 36. Przejrzeć i przerysować na okazach żywych lub zaszuszonych pędy poziomki; rozpatrzyć budowę liści w różyczce, na pędzie i przy kwiatach oraz łuski na wiciach.

b) ZAWILEC GAJOWY (*Anemone nemorosa*, rys. 82, 83). Zawilec gajowy jest jedną z wcześniejszych wiosennych roślin, zakwitających pospolicie w lasach liściastych i zaroślach przed rozwinięciem się liści u drzew. Wyciągając ostrożnie zawilec z ziemi w okresie kwitnienia, wydobywamy brunatny, walcowaty organ, rosnący poziomo pod powierzchnią ziemi i przypominający korzeń; przyglądając się dokładnie temu organowi, znajdziemy na nim regularnie ułożone ślady po odpadłych liściach, pąki, oraz korzenie przybyszowe; jest to więc pęd podziemny, kłacz, podobnie jak u jasnoty.



Rys. 82. Kłacz zawiłca wczesną wiosną ze stadjami rozwoju pędu nadziemnego.



Rys. 83. Zawilec gajowy z kłaczami i pędem nadziemnym; liść dolny wyrasta z kłacza; natomiast liście górne wyrastają na łodyżce pędu wzniesionego.

Z kłacza wyrasta pęd nadziemny o trzech liściach, zakończony białym kwiatem. Jeżeli późną wiosną lub latem znów wydobydziemy zawilec z ziemi, to się okaże, że jako przedłużenie kłacza zeszłorocznego wyrosło kłacz tegoroczny, białawe, okryte łuskami; w kłacz tym zostały nagromadzone substancje organiczne, głównie skrobia,

wytworzone w liściach i z liści przeprowadzone do komórek miększowych kłącza; nadziemny pęd po wydaniu owoców ginie i zimą znów cała roślina pozostanie ukryta w ziemi; składa się ona wtedy z kłącza z korzeniami przybyszowymi oraz z pąkami zimującymi; pąki zimujące są dwojakiego rodzaju: z jednego z nich, szczytowego powstanie pęd nadziemny, z drugiego, bocznego wyrośnie poziome kłącze. Wczesną wiosną pąk pierwszego rodzaju wyrasta, łodyżka jego zgina się pod pąkiem szczytowym i przebija się przez ziemię, poczem rozprostowuje się (rys. 82); kosztem substancyj pokarmowych, nagromadzonych w komórkach miększowych w kłączu, rozwija się z pąka zimującego pęd nadziemny z liśćmi i kwiatem. Rozwinięte liście przyswajają, korzenie na kłączu pobierają wodę, a pewna ilość wytworzonej substancji organicznej zostaje przeniesiona do tegorocznego kłącza; kłącze to wyrasta poziomo i gromadzi w komórkach miększowych pokarmy, których kosztem znów wiosną wyrośnie pęd nadziemny; w kłączu obok licznych komórek miększowych, gromadzących skrobię, wytwarzają się również i wiązki przewodzące. Jak więc widzimy, zawilec składa się z trwałego kłącza, które corocznie przyrasta i w którym gromadzą się pokarmy, i z pędów nadziemnych z liśćmi i kwiatami; pędy te trwają tylko kilka miesięcy wiosennych i letnich. Kłącza u zawilca mogą się również rozgałęziać; na niewielkiej przestrzeni możemy ich wykopać znaczną ilość; rośnie więc zawilec gromadnie, pokrywając wczesną wiosną śnieżnym kwieciami znaczne przestrzenie w lasach.

W podobny sposób jak zawilec mają zbudowane kłącza: kosaciec (*Iris*), kokoryczka (*Polygonatum*), konwalia (*Convallaria*), trzciny (*Phragmites*) i inne.

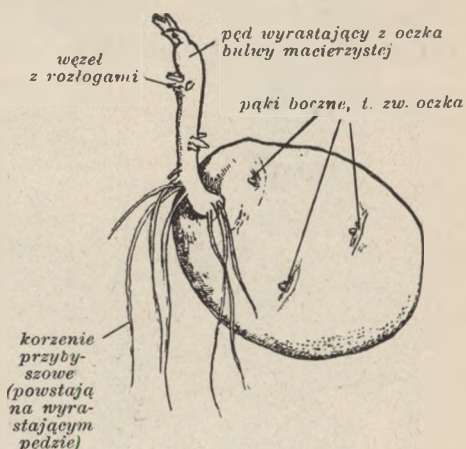
Ćwiczenie 37. Przejrzyć budowę pędów nadziemnych i podziemnych u zawilca na okazach żywych lub zasuszonych i zdać sobie sprawę z rozwoju zawilca podług powyższego wykładu i rys. 82 i 83.

c) ZIEMNIAK (*Solanum tuberosum*, rys. 84 — 87). Uprawiany u nas powszechnie ziemniak nagromadza substancje organiczne również w pędach podziemnych; u zawilca widzieliśmy, że substancje organiczne są składane równomiernie we wszystkich międzywęźlach pędu podziemnego, u ziemniaka zaś substancje organiczne zostają nagromadzone tylko w szczytowych międzywęźlach; tego rodzaju pędy podziemne, w których substancje organiczne zostają składane w jednym lub kilku międzywęźlach, nazywamy bulwami pędowymi. Na bulwach ziemniaczanych przedewszystkiem widzimy

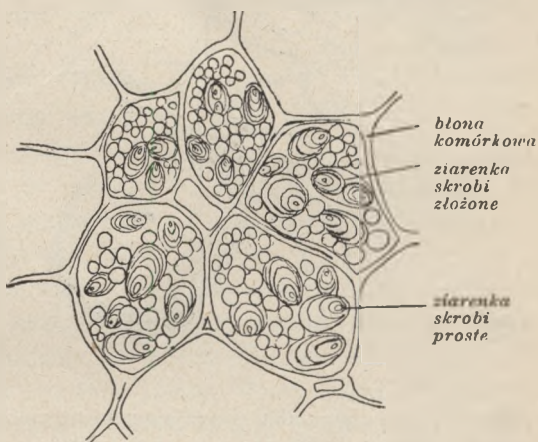
t. zw. oczka; gdybyśmy bulwę ziemniaczaną umieścili w miejscu ciepłym, wilgotnym, to zobaczylibyśmy, że z tych oczek wyrosną pędy, oczka bowiem są pąkami bocznymi na pędzie podziemnym, przekształconym w bulwę (rys. 84); miejsca zaś na bulwie, z których wyrastają oczka, są oczywiście węzłami.

Przekrońmy teraz bulwę, zrobmy cienki skrawek z jej środka i oglądajmy pod mikroskopem; okaże się wtedy, że prawie cała bulwa składa się z komórek miękiszowych, wypełnionych dużymi ziarenkami soczewkowatej budowy (rys. 85); na ziarenkach tych przy silniejszym powiększeniu możemy dostrzec bardzo charakterystyczne warstwy; po dodaniu jodyny ziarenka te barwią się niebiesko, są one bowiem skrobią; dokładniejsze badania wykazałyby obecność w bulwach obok tkanek miękiszowych tkanki przewodzącej.

Po zasadzeniu bulwy ziemniaczanej lub jej rozkrojonej części z oczkiem w wilgotnej glebie z oczek wyrastają pędy nadziemne z liśćmi i kwiatami (rys. 86); prócz tego u spodu wyrastającego pędu wytwarzają się liczne korzenie przybyszowe (korzenie te powstają z wyrastających z oczek pędów, a nigdy na bulwach). Wytwarzanie pędu nadziemnego i korzeni przybyszowych odbywa się kosztem substancji organicznych, nagromadzonych

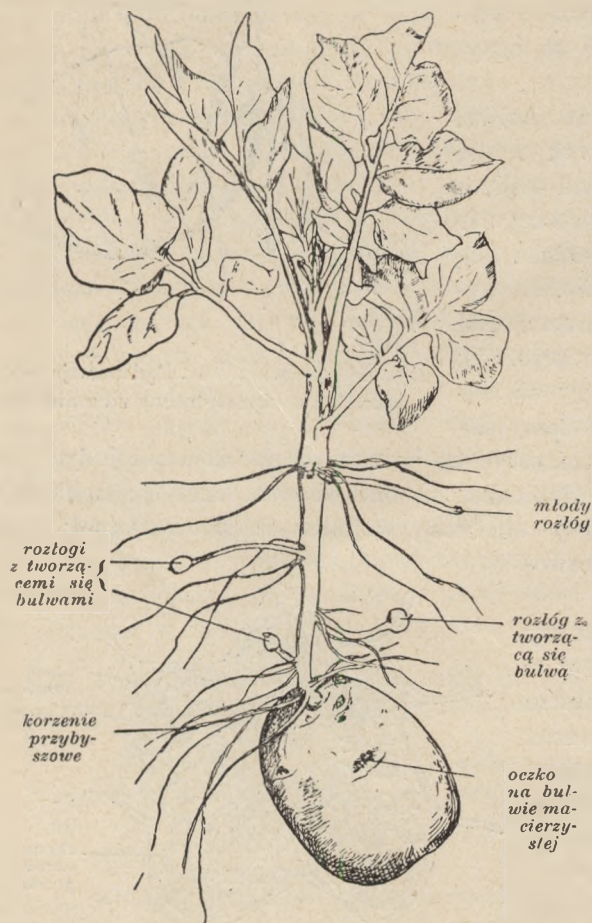


Rys. 84 (do ćwic. 38). Pęd rozwijający się z pąka (t. zw. oczka) bulwy ziemniaczanej.



Rys. 85 (do ćwic. 39). Skrawek bulwy ziemniaczanej, widziany pod mikroskopem; widzimy komórki miękiszowe, pełne skrobi; ziarenka skrobi posiadają wyraźne warstwy ze środkiem przesuniętym ku brzegowi; wśród ziarenek dostrzegamy ziarenka proste i złożone (z dwoma ośrodkami).

w podziemnych zeszlórocznych bulwach; bulwy te po wydaniu pędów nadziemnych czernieją i giną. Rozwinięte w wyrosłym pędzie duże liście przyswajają, a wytworzone substancje organiczne, głównie skrobia, zostają przenoszone tkankami przewodzącymi do dolnych pędów;



Rys. 86. Pęd ziemniaka, rozwijającego się z oczka na bulwie macierzystej (patrz rys. 84); widzimy u dołu węzły z rozłogami i tworzącymi się na ich szczycie bulwami; u góry pęd z liśćmi przyswajającymi.

Ziemniak również może służyć jako przykład wpływu warunków zewnętrznych na miejsce tworzenia się bulw. Kiedy nadziemne części pędu, pokryte liśćmi i pączkami, umieścimy w ciemności i wilgoci lub w jakikol-

kości pędy te rosną jako t. zw. rozłogi ku dołowi, wrastają w ziemię i, gromadząc przeniesione z liści substancje organiczne, nabrzmiewają w szczytowych międzywęzłach, przekształcających się w bulwy. Wskutek grubienia bulwy pędy boczne, czyli oczka, zostają jakgdyby wsunięte w bulwę. Jesienią pędy nadziemne giną, a bulwy zostają wykopane i przechowywane w miejscach zabezpieczonych przed mrozami; w swej ojczyźnie, w Peru bulwy ziemniaka zimują pod ziemią.

Pędy więc podziemne u ziemniaka, przekształcone w bulwy, są organami śpichlerzowymi. Z nagromadzonej w bulwie skrobi korzystamy, przyrządzając z nich potrawy; również ze skrobi bulw ziemniaczanych jest wyrabiany alkohol, krochmal i inne.

wiek inny. sposób nie pozwolimy na tworzenie się bulw podziemnych, wtedy bulwy wytworzą się na pędzie nadziemnym. Jeden z uczonych robił następujące doświadczenie, które mamy przedstawione na rys. 87; szczyt pędu rosnącego ziemniaka umieścił w ciemnej skrzynce. Substancje zapasowe, które normalnie zostały przenoszone do pędów podziemnych, teraz zostają przenoszone na wierzchołek pędu do zaciemnionego przekształcającego się w bulwę pąka.

Ćwiczenie 38. Przejrzeć dokładnie budowę bulwy ziemniaczanej i wyróżnić w niej oczka, jak na rys. 84.

Ćwiczenie 39. Zrobić cienki skrawek z przekrojonej bulwy i oglądać pod mikroskopem; przy mniejszym powiększeniu zauważyć komórki miększowe pełne ziarn skrobi, jak na rys. 85; przy silniejszym powiększeniu przyrządzić się budowie pojedynczych ziarenek skrobi.

Ćwiczenie 40. Umieścić bulwy ziemniaczane w miejscu ciepłym i wilgotnym (najlepiej na talerzu z bibułą lub watą, nakrytym szklanką) i obserwować kiełkowanie bulw ziemniaka.

d) CEBULA KUCHENNA (*Allium cepa*, rys. 88). Cebula kuchenna jest byliną powszechnie uprawianą w ogrodach jako warzywo; pochodzi ze stepów wschodniej Azji. Tworzy ona znane gruszkowato kuliste, mięsiste cebulki, otoczone z zewnątrz zeschniętymi, brunatnymi łuskami; po oderwaniu tych łusek znajdziemy wewnątrz cebulki białawe, grube, mięsiste łuski, całkowicie i szczelnie obejmujące wewnętrzne części cebulki; na łuskach tych, podobnie jak na każdym liście, dostrzegamy podłużnie przebiegające nerwy, mieszczące w sobie tkanki przewodzące. Między łuskami wewnętrznymi znajdujemy kilka małych, wydłużonych cebulek, wyrastających jako pędy boczne; wreszcie po oderwaniu łusek i cebulek bocznych pozostaje krótka, płaska łodyga, zw. piętka.

Umieścimy teraz cebulkę w miejscu ciepłym i zanurzymy ją dolną częścią w wodzie. Po pewnym czasie u dołu na piętce wyrosną liczne korzenie przybyszowe, a cebulki wewnętrzne rozwiną się i wy-



Rys. 87. Pęd ziemniaka po rozwinięciu się, zaciemniony u góry; wytworzyła się wtedy na szczycie w ciemności bulwa; doświadczenie to wykonał jeden z wybitniejszych botaników zeszłego stulecia, Vöchting.

suną swe zielone liście nad cebulkę; liście te są walcowate, dęte i u dołu posiadają zrośnięte pochwy. Po pewnym czasie z zasadzonej cebulki wytworzy się pęd nadziemny z kwiatami i wyda owoce; wzrost liści i pędu kwiatonośnego odbywa się kosztem substancyj organicznych, nagromadzonych w komórkach miękiszowych łusek; łuski po wyczerpaniu się tych substancyj sehną, pozostają jako brunatne listki na cebulce i chronią cebulkę przed szkodliwymi wpływami otoczenia; wytworzone w liściu pędu nadziemnego substancje organiczne (głównie cukry) są gromadzone w komórkach miękiszowych w pochwach liściowych, które przekształcają się w poznane przez nas mięsiste łuski. Po wydaniu owoców pęd kwiatonośny ginie, giną również



Rys. 88. (do ćwic. 41). Cebulka cebuli kuchennej: *A*—z zewnątrz: u dołu korzenie przybyszowe, u góry wyrastające dwie cebulki boczne; *B*—przekrój podłużny przez cebulkę; u dołu korzenie przybyszowe, nad nimi piętką; *C*—przekrój poprzeczny; wśród łusek, tworzących w przekroju koła, znajdują się dwie cebulki; *D*—dwie cebulki po usunięciu łusek.

i blaszki liściowe; pozostają pochwy liściowe, w kształcie mięsistych łusek z nagromadzonymi w nich pokarmami, oraz cebulki, jako pędy boczne. W postaci tej cebulki roślina zimuje, aby znów przy sprzyjających warunkach wytworzyć ulistnione pędy z kwiatami.

Cebulka cebuli kuchennej ma wiele podobieństwa do główki kapusty; cebulka bowiem również jest pakiem, składającym się ze skróconej, płaskiej łodygi (piętka), pochw liściowych (łusek) i pędów bocznych (cebulek); w mięsistych łuskach są nagromadzone pokarmy.

Podobnie tworzą cebulki hiacynty, tulipany, lilje i inne.

Ćwiczenie 41. Przejrzeć budowę cebulki na przecięciu poprzecznym i podłużnym, oraz odrywając łuski. Zauważyć łuski, cebulki boczne i piętkę podług powyższego wykładu, jak na załączonym rys. 88. Przejrzeć cebulkę z wyrośniętym pędem rocznym z kwiatami.

Ćwiczenie 42. Umieścić cebulkę cebuli kuchennej w miejscu ciepłym i wilgotnym i badać rozwój cebulek bocznych.

e) STORCZYKI (*Orchis*, rys. 89). Storczyki rosną pospolicie na naszych łąkach i kwitną przeważnie wiosną. Jeżeli storczyk w okresie kwitnienia wydobydziemy z ziemi, to zobaczymy przedewszystkiem u dołu dwie bulwy (u jednych gatunków bulwy te są owalne, u innych dłoniaste): jedną brunatną, pomarszczoną, drugą pełną, jasną, mięsistą; obie bulwy są korzeniami przybyszowymi, gromadzącymi w sobie substancje organiczne; bulwa pomarszczona jest bulwą zeszłoroczną; z nagromadzonych w niej pokarmów rozwinął się pęd nadziemny z kwiatami; natomiast druga bulwa jasna jest bulwą tegoroczną, w której zostają nagromadzane substancje organiczne; na bulwie tej znajduje się pąk zimujący, z którego znów w roku przyszłym rozwinie się pęd nadziemny z kwiatami i owocami.

Jak więc widzimy, substancje organiczne mogą być nagromadzane w bulwach; u ziemniaka bulwy te są przekształconymi pędami i można je nazwać bulwami pędowymi, u storczyków zaś są przekształconymi korzeniami i można je nazwać bulwami korzeniowymi.

Ćwiczenie 43. Przejrzyć na okazach żywych lub zasuszonych budowę storczyków i wyróżnić bulwy korzeniowe oraz roczne pędy nadziemne z kwiatami, jak na rys. 89.

3. Darń łąkowa. Mając pod dostatkiem wody w glebie, rośliny zielne wyrastają zwarcie obok siebie, tworząc bujne łąki, zwłaszcza nad brzegami rzek. W tworzeniu się darni łąkowej największy udział biorą trawy wieloletnie. Budowę i rozwój traw poznaliśmy już na przykładzie jednoroocznej pszenicy, a w podobny mniej więcej sposób jak pszenica rozwijają się wszystkie trawy; tworzą one bardzo liczne korzenie



Rys. 89. Storczyk szerokolistny (*Orchis latifolia*) z bulwami i nadziemnym pędem rocznym.

wiązkowe, które obficie się rozrastają, splatają ze sobą, umacniają roślinę w glebie i jednocześnie tę glebę silnie spajają; długość korzeni wiązkowych przewyższa niejednokrotnie długość pędów nadziemnych. Gdybyśmy wczesną wiosną rozkopali darń łąkową, to znaleźlibyśmy przede wszystkim ziemię szepioną korzeniami wiązkowymi traw, a prócz tego znaleźlibyśmy między nimi liczne kłącza, bulwy, cebulki i korzenie innych roślin. Samą zaś ziemię wtedy pokrywają zielone, przyziemne liście traw, które na zimę nie zamierają; skutkiem tego nawet zimą darń naszych łąk jest zielona. Wśród zielonych liści lub w ziemi na korzeniach, bulwach, kłączach znajdują się liczne pąki zimujące; płożące się pędy traw i innych roślin obficie się krzewią i szczególnie splatają ze sobą. Wiosną, kiedy nastają ciepłe dni, pąki zimujące zaczynają się rozwijać i po pewnym czasie cała łąka zostaje pokryta nadziemnymi pędami z wiechami lub kłosami u traw lub barwnymi kwiatami u innych roślin. łąka taka zostaje przeważnie skoszona, a wytworzone u dołu pąki mogą jeszcze w lecie wydawać pędy nadziemne; pędy te zostają ponownie skoszone albo też pozostawione same sobie giną i znów pozostają na zimę korzenie i pędy podziemne z pąkami zimującymi oraz przyziemne zielone liście traw. Wśród liści przetrwają również zimę liczne nasiona i owoce, wytworzone w pędach nadziemnych roślin łąkowych oraz przyniesione przez wiatr lub zwierzęta. Wiele z tych nasion wykiełkuje, ale wiele z nich zginie zagłuszone przez inne rośliny wskutek walki przedewszystkiem o miejsce. Nasze łąki nizinne są skupieniem sztucznem, utrzymywanem przez gospodarkę ludzką; naturalnie łąki rozwijają się w górach, ale i tam czynnikiem bardzo wpływającym na ich wygląd jest wypasanie przez bydło i owce.

Gęstość występowania roślin w darni łąkowej jest niezmiernie duża; obliczono na jednym kwadratowym centymetrze około stu pędów wzniesionych. Gdybyśmy dokładnie zbadali rośliny w zwartej darni, to okazałoby się, że obok roślin zupełnie rozwiniętych znajdują się rośliny niedorozwinięte, zagłuszone, nie wytwarzające kwiatów, a nawet niekiedy rozwijające tylko kilka nikłych liści.

4. **Stepy.** Innego rodzaju łąki, zw. stepami, spotykamy w południowo-wschodniej Europie, gdzie ilość opadów atmosferycznych wynosi mniej niż 400 mm rocznie i gdzie panują mroźne zimy i upalne, suche lata. Bezdrzewne łąki zielne ciągną się tutaj milami. Życie roślin jest na stepach przerywane nie tylko w miesiącach zimowych, ale również i w porze suszy letniej. Okres więc wegetacji na stepach, kiedy roślina ma pod dostatkiem wody, trwa stosunkowo krótko; prócz traw wieloletnich występują tu rośliny kłączowe, bulwiaste i cebulkowe. Pąki zimujące na kłączach, bulwach lub ukryte

w cebulkach rozwijają się bardzo szybko w ulistnione pędy nadziemne, to też wczesną wiosną, kiedy step ma glebę wilgotną, pierwsze zakwitają na nim rośliny cebulkowe i kłączowe, jak tulipany, złocienie, kosańce, hiacynty i inne; rośliny te jednak szybko przekwitają, wydają owoce, tworzą pędy podziemne, a pędy ich nadziemne po wydaniu owoców schną i giną. Step już wtedy bujnym kobiercem pokrywają trawy; panują tu zwłaszcza ostnice (*Stupa*, rys. 90) o jedwabistych, srebrzystych kłosach; ponad łany traw wznoszą się bo-



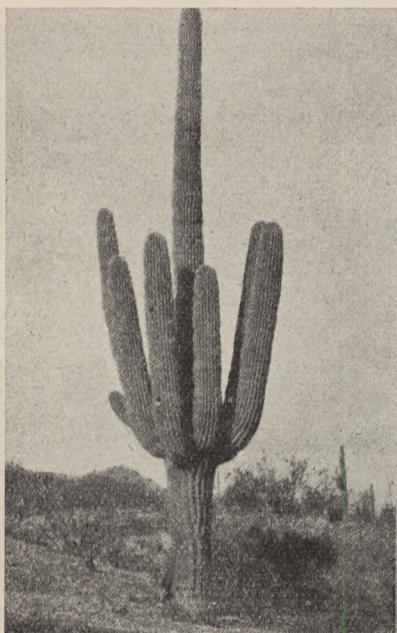
Rys. 90. Ostnica wśród roślin stepowych w okolicach Włocławka nad Wisłą.

Fot. dr. R. Kobendza.

dziaki stepowe lub rozchylają swe baldachy rośliny baldaszkowe, a obok nich chabry, krwawniki, rumianek i inne. W okresie suszy letniej step jakgdyby zamiera; pędy roślin przeważnie żółkną i usychają, a wśród łanów ostnicy rosną bezbarwne, szare komosy i bylice. Zimą pędy nadziemne zamierają. Rośliny przetrwają okres spoczynkowy dzięki organom ukrytym pod ziemią.

Roślinność więc stepowa zmienia się kilkakrotnie w ciągu okresu wegetacji; jest to roślinność przystosowana do małej ilości wody i posiadająca zdolność do wyzyskania tej wody.

Rośliny cebulkowe, kłączowe i bulwiaste rozwijają pędy nadziemne w okresach większej wilgotności, a w okresach suszy tracą te pędy; natomiast rośliny stepowe, utrzymujące swe pędy nadziemne nawet podczas suszy, mają te pędy odpowiednio zabezpieczone przed nadmiernym parowaniem; wytwarzają więc albo blaszki liściowe bardzo drobne, albo też skórka ich liści pokryta jest grubym nabłonkiem. Również u wielu gatunków roślin liście są pokryte gęstym kutnerem włosków. W ciekawy bardzo sposób za-



Rys. 91. Gatunek kaktusa, zwany *Cylindropuntia gigantea*; tworzy wysokie słupy; fotografowany w Kalifornji.



Rys. 92. Gatunek kaktusa, zwany *Yucca elaeagnifolia*, tworzący kule; fotografowany w Meksyku.

chowuje się wspomniana ostnica, która, jak wszystkie trawy, posiada liście równowąskie; w okresach suszy ostnica zwija swe liście podłużnie stroną zawierającą szparki i w ten sposób szparki zostają niejako ukryte i roślinie nie grozi niebezpieczeństwo wyparowania większej ilości wody, a co za tem idzie — zwiędnięcia. Roślinność taką nazywamy suchorostową albo suchoroślową (kseroofity).

5. **Suchorosty.** Suchorosty są właściwe przedewszystkiem ubogim w wodę stepom i pustyniom; w miejscach tych susze panują

miesiącami, wody w podłożu jest bardzo mało, a wysoka temperatura i susza wywołałaby w roślinie tak nadmierne parowanie, że rośliny o dużych, cienkich, niezabezpieczonych od parowania liściach zwiędłyby tu po kilku minutach. Rośliny więc tych miejscowości, podobnie jak na stepach, albo mają zabezpieczone odpowiednio liście przez gruby nabłonek, albo nie rozwijają blaszki liściowej wcale i przyswajają i wyparowują wodę łądogami. Główną troską wielu gatunków roślin pustynnych jest zabezpieczenie sobie odpowiedniej ilości wody, którą gromadzą w soczystych łądogach lub liściach.

Za przykład rośliny gromadzącej wodę w łądydze może służyć u nas hodowany często i znany kaktus (rys. 91 i 92). Kaktusy rosną dziko w pustyniach i stepach Ameryki; tworzą one soczyste pędy w kształcie albo półkuli, albo wysokich, rozgałęziających się słupów, albo spłaszczonych, grubych liści. Zamiast liści rozwijają się drobne, liczne ciernie; miejsca więc na pędach kaktusa, w których wyrastają ciernie są węzłami; gruba, mięsista łądyga obficie gromadzi w komórkach miękiszowych soki. Występujące na obwodzie łądygi komórki miękiszu zieleniowego pełnią czynności przyswajania; u kaktusa więc przyswaja łądyga, niekiedy spłaszczona w formie grubego liścia; gruby nabłonek na skórcie łądygi chroni roślinę przed nadmiernym parowaniem.

Ciekawe jest również kiełkowanie kaktusów; u gatunku, zwanego *Phyllocactus*, po wykiełkowaniu powstaje korzeń, dwa liścienie oraz spłaszczony pęd z cierniami po bokach (rys. 93). Kaktusy krzewią się bardzo obficie; przeniesione do innych obszarów rozrastają się bardzo intensywnie; np. w południowej Europie nad brzegiem morza Śródziemnego rosną dziczące bardzo często.

Za przykład roślin, tworzących grube, mięsiste liście, mogą służyć nasze rozchodniki albo np. podśloneczniki (rys. 94). Podśloneczniki rosną na suchych, skalistych pustyniach w południowej Afryce; soczyste ich liście tak są podobne do okruchów skalnych, że trudno niekiedy narazie odróżnić je od tych okruchów; to upodobnienie zabezpiecza roślinę przed pożarciem przez zwierzęta.

Rośliny suchych stepów i pustyń przeważnie nie rosną tak zwarcie, jak np. rośliny tworzące darń łąkową; występują one często w pewnym oddaleniu od siebie bez wzajemnego widocznego wpływu. Na pustyniach niekiedy na znacznych przestrzeniach brak prawie zupełnie roślinności.

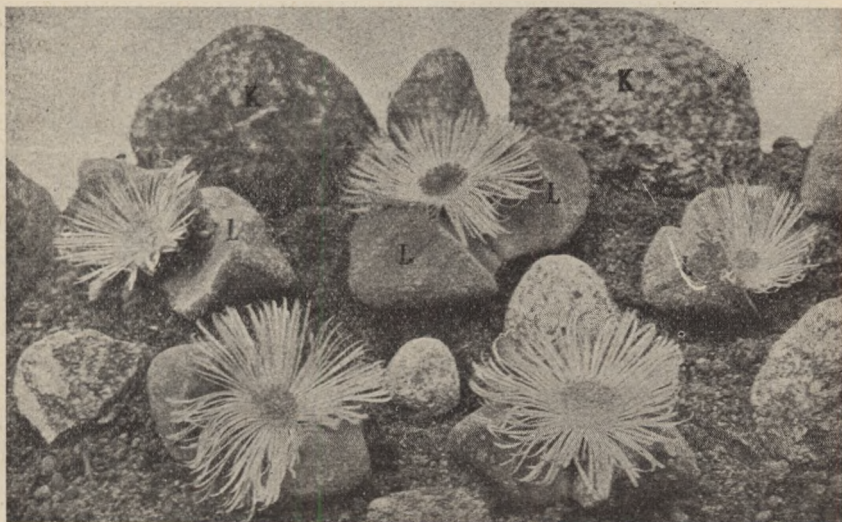
Bardzo charakterystycznymi dla pustyń są rośliny, których cały cykl rozwojowy trwa niekiedy jeden lub dwa miesiące; są to rośliny drobne,



Rys. 93. Kiełkujący kaktus (*Phyllocactus*) z dwoma liścieniami i spłaszczonym pędem.

o korzeniach krótkich, liściach dłużych, cienkich i niezdrewniałych łodygach; zjawiają się one na pustyni w czasie deszczów; na okresy suszy giną i suszę przetrwają w postaci nasion. Na pustyni Libijskiej ilość gatunków tych roślin wynosi prawie połowę (42%) wszystkich gatunków roślin, tam rosnących.

6. **Rośliny naszych wydm piaszczystych.** Również i na naszych wydmach piaszczystych rośliny początkowo rosną w pewnej od siebie odległości bez widocznego na siebie wpływu. Przepuszczające wodę piaski nie mogą dać pod dostatkiem wody licznej roślin-



Rys. 94. Podślonecznik (*Mesembryanthemum*), roślina z południowej Afryki: liście (zaznaczone *L*) jej są tak podobne do okruchów skalnych (zaznaczone *K*), że trudno je od nich odróżnić.

ności; wydma jednak powoli coraz bardziej zostaje opanowywana przez roślinność; roślinność ta zmienia glebę, zatrzymuje większe ilości wody, dając możliwość wyrastania nowym roślinom, które po pewnym czasie całkowicie zarosną wydmę.

W wypadku zaś, jaki ma miejsce np. nad Bałtykiem, gdy wydma się porusza, zostaje ona sztucznie zadrzewiona i unieruchomiona przez człowieka, tak że na miejscu dawnej wydmy pustynnej po pewnym czasie wyrośnie las.

7. **Rośliny wijące się i czepne.** Pewna ilość gatunków roślin wytwarza pędy, które normalnie nie są zdolne do wyrastania samodzielnie ku górze i albo obwijają się wokół innych

roślin lub podpór, albo też czepiają się przy pomocy zmienionych pędów, liści lub korzeni. Rośliny te nazywamy pnącza mi albo lianami. Występują one głównie w obszarach gorących, ale nie brak ich i u nas. Przyjrzyjmy się kilku gatunkom naszych pnączów.

Poznana już przez nas fasola wytwarza pędy wiotkie, obwijające się wokół podpory; podobnie wokół drzew obwija się chmiel (*Humulus lupulus*) lub wokół łodyg roślin zielnych powój (*Convolvulus arvensis*, rys. 95).



Rys. 95. Pędy wijące się powoju.



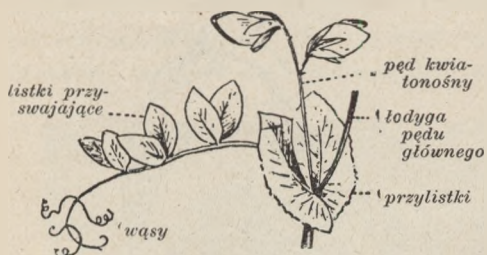
Rys. 96. Pęd winobluszcza z liśćmi przyswajającymi oraz z wężami pędowymi, przy pomocy których pęd się czepia.

Przy pomocy pędów czepia się podpory pospolicie rosnący u nas jako roślina ozdobna winobluszcza (*Ampelopsis quinquefolia*, rys. 96); winobluszcza wytwarza bardzo charakterystyczne wąsy, które, rosnąc, okręcają się wokół podpory i utwierdzają roślinę; badania wykazują, że wąsy te u winobluszcza są zmienionymi pędami.

Inaczej się czepia pospolicie hodowany u nas groch (*Pisum sativum*, rys. 97); wytwarza on liście pierzaste z dwoma stosunkowo dużymi zielonymi przylistkami; w pierzastym liściu grochu dolne listki są zielone i służą roślinie do przyswajania, natomiast

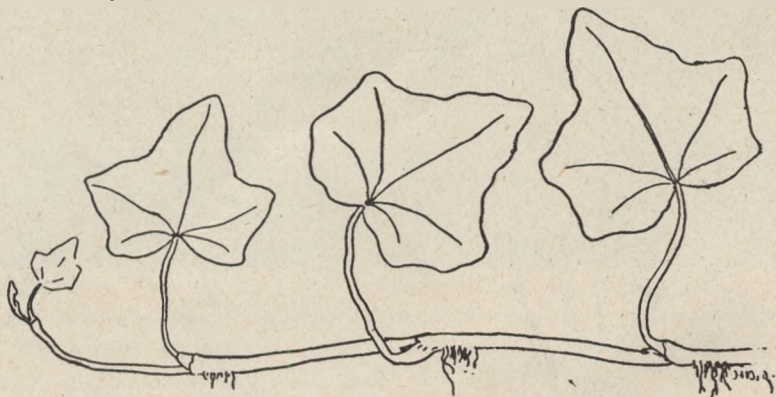
listki szczytowe przekształcają się w wąsy, okręcają się wokół podpory i czepiają roślinę.

Wreszcie dziko rosnący w lasach cienistych i hodowany u nas bluszcz (*Hedera helix*, rys. 98) przyczepia się do podstawy murów, drzew przy powocy drobnych korzonków, wyrastających na drewniejącym pędzie.



Rys. 97. Wycięty kawałek pędu grochu z łodyżką pędu głównego, z liściem i pędem kwiatonośnym z dwoma kwiatami; liść posiada dwa duże przylistki; blaszka liściowa jest pierzasta, przyczem listki dolne na liściu służą do przyswajania, natomiast listki górne przekształciły się w wąsy czepne.

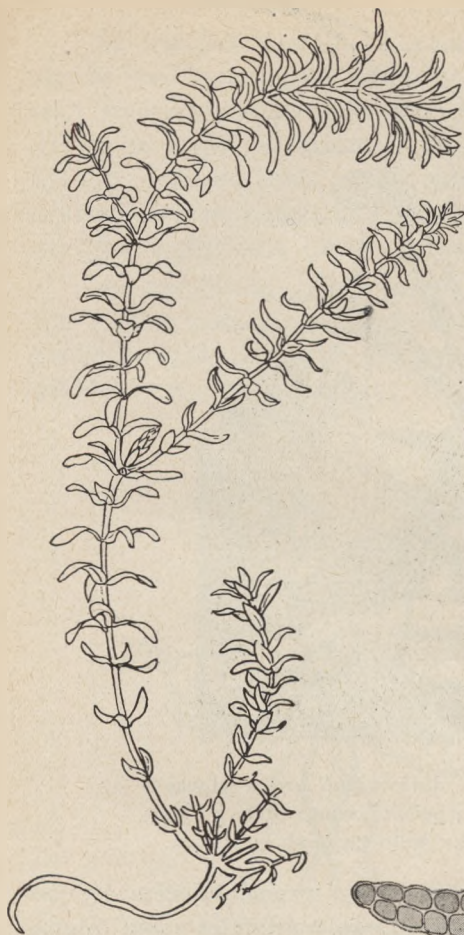
Ćwiczenie 44. Przejrzyć budowę fasoli, winobluszczu i grochu i podług powyższego wykładu zdać sobie sprawę ze sposobu czepiania się tych roślin.



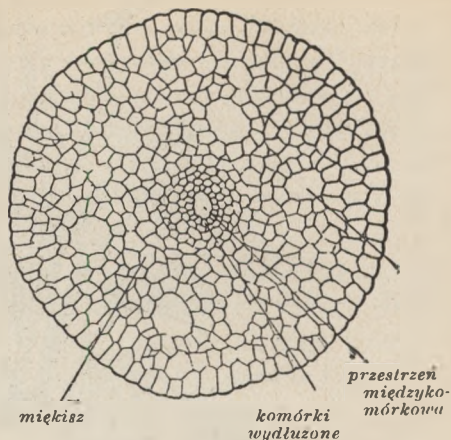
Rys. 98. Bluszcz, którego korzenie przybyszowe służą do czepiania się.

8. Rośliny wodne. Z rozwojem i budową roślin wodnych zapoznamy się na przykładach moczarki, grzybienia, żabiścieku i strzałki wodnej.

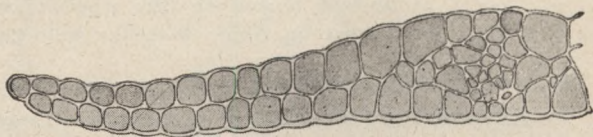
a) MOCZARKA KANADYJSKA (*Elodea canadensis*, rys. 99 — 101). Z moczarką mieliśmy już do czynienia przy rozpatrywaniu wierzchołka wzrostowego (str. 7); tworzy ona wiotkie pędy o drobnych listkach, wyrastających po trzy okółkowo w węzłach; prócz tego u dołu również w węzłach wyrastają korzenie przybyszowe, które umacniają roślinę na dnie wód. Moczarka pobiera wodę wszystkimi organa-



Rys. 99. Pęd moczarki kanadyjskiej wielkości naturalnej; jak widzimy, liście moczarki wyrastają okółkowo po trzy na łodydze; patrz również rys. 5.



Rys. 100. Przekrój poprzeczny przez łodygę moczarki kanadyjskiej; widzimy liczne komórki miękiszowe z przestrzeniami międzykomórkowymi i komórkami wydłużonymi w środku; natomiast nie wytwarza się tkanka wzmacniająca i tkanka przewodząca jak w roślinach lądowych (porównać z rys. 72 i 77). Powiększona.



Rys. 101. Przekrój poprzeczny liścia moczarki. Z prawej strony widać kilka komórek mniejszych, tworzących wiązkę komórek wydłużonych, przebiegających przez środek liścia; patrz również rys. 7. Powiększone.

mi; błony zewnętrzne skórki są bardzo cienkie i z łatwością przepuszczają wodę; moczarka, wyniesiona z wody i trzymana w miejscu suchem, traci wodę i więdnie bardzo szybko; nawet gdybyśmy trzymali dolną część pędu moczarki w wodzie, a górną wysunęli na powietrze, to i ta część górna szybko zwiędnie; również i gazy, a więc tlen, potrzebny do oddychania, i dwutlenek węgla, potrzebny do przyswajania, pobiera moczarka z wody. U roślin lądowych w li-



Rys. 102. Grażel żółty: u dołu widać grube kłącze ze śladami odpadłych liści i pędów kwiatowych: z kłącza wyrastają liście: w środku widoczny pęd kwiatowy.

ściach widzieliśmy wyraźne nerwy z tkankami wzmacniającymi i przewodzącymi oraz skórę ze szparkami. Tego wyróżnicowania nie ma ani w liściach ani w łodydze moczarki; prawie wszystkie komórki w liściu moczarki posiadają zielen; zarówno w liściu jak i łodydze znajdują się przestrzenie międzykomórkowe; w środku liścia znajdujemy komórki wydłużone, z mniejszą ilością ciałek zieleni; komórki te przeprowadzają wodę i substancję organiczną. Moczarka rośnie w wodach stojących, jej pędy nie są narażone na złamanie i wskutek tego tkanki mechaniczne o grubych błonach nie rozwijają się wcale.

Moczarka rozmnaża się u nas tylko wegetatywnie i to bardzo intensywnie; wystarczy, aby jeden pączek został w jakimkolwiek sposób przeniesiony do jakiegoś stawu lub jeziora, aby w niedługim czasie cały staw był porośnięty tą rośliną. Moczarka jest rośliną Ameryki Północnej. W pierwszej połowie XVIII wieku roślina ta została przeniesiona do Europy i tak się tutaj w krótkim czasie rozkrzewiła, że jest u nas teraz rośliną pospolitą i wypiera nasze rośliny rodzime.

b) GRAŻEL ŻÓŁTY (*Nuphar luteum*, rys. 102). Grażel żółty tworzy na dnie stawu grube kłacze, z którego w okresie wegetacji wyrastają duże liście o długich ogonkach i pływających po powierzchni wody, skórzastych blaszkach liściowych oraz duże żółte kwiaty. Jesienią liście giną i grażel zimuje na dnie wód w postaci grubego kłacza z pąkami zimującymi. Z pąków tych w następnym roku znów wyrosną liście i kwiaty.

c) ŻABIŚCIEK (*Hydrocharis morsus ranae*, rys. 103). Żabiściek jest rośliną pospolitą w wodach stojących; tworzy on różyczkę z długogonkowych liści, których koliste blaszki liściowe pływają po powierzchni wody, ogonki zaś liściowe ze skróconym pędem i korze-



Rys. 103. Żabiściek pływający: u dołu z prawej strony pąk zimujący.

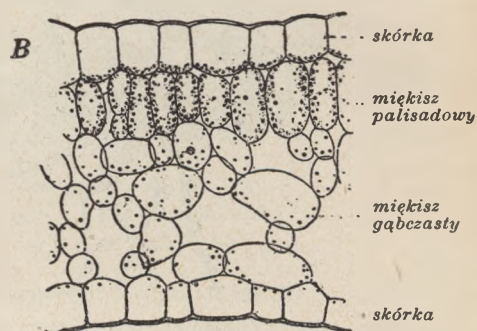
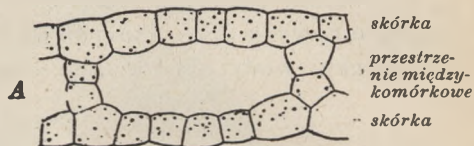
niami przybyszowemi są zanurzone pod wodą i nie sięgają dna. Jedne pędy wyrastają ku górze i kończą się białymi wonnymi kwiatami, inne natomiast wyrastają pod wodą poziomo w rozłogi i tworzą nowe różyczki, również z kwiatami i korzeniami przybyszowemi. Takich różyczek połączonych ze sobą może być niekiedy kilkanaście. Natomiast jesienią wytwarzające się na szczycie rozłogów pąki odrywają się i opadają na dno, gdzie zimują w mule. Wiosną pąki zimujące wypływają znów na powierzchnię i wytwarzają nowe różyczki z liśćmi i kwiatami, pływające po powierzchni wody.

d) STRZAŁKA WODNA (*Sagittaria sagittifolia*, rys. 104 — 105). Strzałka wodna jest rośliną dość pospolitą w stawach i na błotach; tworzy ona różyczkę liści, które wyrastają ze skróconego pędu, przytwier-

dlzonego korzeniami do dna. Strzałka rośnie na rozmaitych głębokościach; w miejscach głębszych liście jej są całkowicie zanurzone w wodzie; są one długie, wstęgowate, składają się z komórek mięsistych zupełnie nie wyróżnionych i tworzących wielkie przestrzenie międzykomórkowe. Natomiast w okazach strzałki, rosnących w miejscach płytszych, tak że liście wynurzają się ponad powierzch-



Rys. 104. Strzałka wodna z liśćmi o blaszce liściowej strzałkowatej wynurzonej nad powierzchnię wody, o blaszce liściowej pływającej i o liściach podwodnych wstęgowatych.



Rys. 105. Skrawki poprzeczne z blaszki liści strzałki wodnej: A — z liścia wstęgowatego wodnego o budowie bardzo prostej; B — z liścia powietrznego o wyróżnionym mięszyszu.

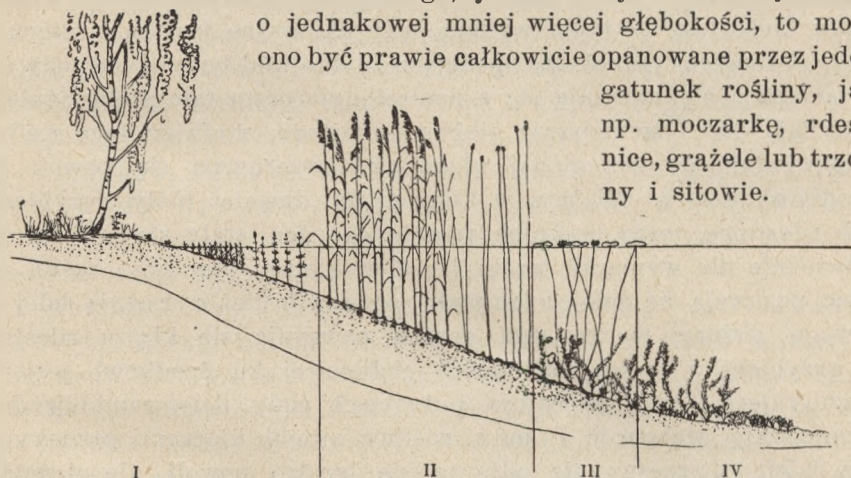
nię wody, liście są długoogonkowe o strzałkowatej blaszce liściowej; komórki blaszki liściowej tych liści są już nieco zróżnicowane, posiadają mniejsze przestrzenie międzykomórkowe; komórki skórki mają mniejszą ilość ciałek zieleni oraz tworzą szparki. Zjawisko to, zwane różnolistnością, możemy również obserwować na jednej i tej samej roślinie, której dolne liście są całkowicie zanurzone w wodzie, a górne wystają nad powierzchnię wody. U strzałki wodnej więc

dostrzegamy wyraźną zależność budowy zewnętrznej i wewnętrznej liścia od warunków, w których te liście się rozwijają. Strzałka wodna wytwarza również wzniesiony pęd z białymi kwiatami oraz bulwki, którymi zimuje.

Ćwiczenie 45. Przejrzyć na okazach żywych lub zasuszonych budowę moczarki, żabiścieku i strzałki wodnej oraz zdać sprawę z ich rozwoju podług wykładu i rys. 99 — 105.

9. **Życie roślin wodnych.** Rośliny wodne odznaczają się zdolnością do niezwykle intensywnego rozmnażania się wegetatywnego.

Skutkiem tego, jeżeli mamy staw lub jezioro o jednakowej mniej więcej głębokości, to może ono być prawie całkowicie opanowane przez jeden gatunek rośliny, jak np. moczarkę, rdestnice, grążele lub trzciny i sitowie.



Rys. 106. Rozmieszczenie roślinności w jeziorze: I. Pas przybrzeżny — naj płytszy, sięga do głębokości przeciętnej $\frac{3}{4}$ metra; rosną tutaj rośliny, jak strzałka (rys. 105), ponikło (*Heleocharis*), turzyce (*Carex*), sosnoweczka (*Hippuris vulgaris*), w miejscach głębszych moczarka (rys. 99). II. Pas oczer-tów, głębszy, sięga do $1\frac{1}{2}$ metra głębokości; rosną tutaj przedewszystkiem trzcina (*Phragmites communis*) i sitowie jeziorne (*Scirpus lacustris*). III. Pas roślin kłaczowych o blaszkach liściowych, pływających na powierzchni wody, sięga do 2—3 metrów głębokości; rosną tutaj przedewszystkiem nenufary, grążele (rys. 103) i wrzeczники (*Potamogeton*). IV. Roślinność głębinowa — sięga do 5 i wyżej metrów; rosną tutaj wrzeczники, jeziorze (*Najas*), mchy i t. zw. ramienice (rośliny zarodnikowe).

Jeżeli zbiornik jest o różnej głębokości i głębokość ta, jak to często bywa w jeziorach, wzrasta od brzegu ku środkowi, to rośliny wodne układają się w pewne pasy, zależnie od głębokości (rys. 106). A więc w miejscach najpłytszych, przy samym brzegu, występują rozmaite trawy, turzyce, ponikło, skrzypy, nieco głębiej

rośnie moczarka lub na powierzchni pływa żabiściek; jeszcze głębiej krzewią się swemi kłęczami trzciny i sitowie; za trzciniami i sitowiem występują rośliny o liściach, pływających na powierzchni wody, i wysuwające swe kwiaty ponad poziom jeziora, jak rdestnice lub grzybienie; wreszcie w miejscach jeszcze głębszych, rozwija się roślinność głębinowa, wytwarzająca pędy i kwiaty pod wodą, jak niektóre rdestnice, jeziorze, mchy i inne. W miesiącach wegetacji rośliny w jeziorze intensywnie się rozwijają, wydają nowe pędy, kwiaty i owocują. Jesienią pędy nadwodne zamierają i opadają na dno wód; rośliny zimą albo kłęczami (grązel), albo pąkami (żabiściek), albo nawet całemi pędami na dnie pod lodem; wiosną znów budzą się do życia, wydają pędy nadwodne, kwitną i owocują.

Z biegiem jednak lat opadające na dno wód butwiejące pędy nagromadzają się, mieszają się z naniesionym przez fale wodne mułem, zamulają dno i zmniejszają głębokość jeziora; skutkiem tego rośliny odpowiednio do zmienionej głębokości przesuwają się powoli ku środkowi jeziora. Miejsca, w których np. dawniej rosły grzybienie lub rdestnice, teraz, wskutek zamulonego dna, stały się płytsze, odpowiednie dla wymagań trzciny i sitów; kłącza więc tych roślin rosnąc, posuwają się dalej, a ich pędy roczne również wyrastają dalej od brzegu jeziora; w ten sam sposób posuwają się kłącza rdestnic i grzybieniów oraz roślinności głębinowej ku środkowi jeziora. Zamierające i na dnie jeziora butwiejące pędy dalej zamulają dno, zmniejszają głębokość i znów rośliny swemi kłęczami przesuwają się dalej; to przesuwanie odbywa się bardzo powoli, ale nieustannie. Widzimy więc, że rośliny same mają zdolność do zmieniania warunków swej egzystencji. Po pewnym czasie jezioro może być całkowicie zamulone, opanowane przez roślinność, a wreszcie zamienić się w torfowisko; na torfowisku tym z czasem może wyrosnąć las.

Powyższe przykłady skupień roślin łąkowych, stepowych, pustynnych oraz roślin wodnych wykazały nam, że skupienia roślinne są zależne od tych warunków, w których rośliny rosną; z drugiej jednak strony, widzieliśmy, że rośliny, rosnące na wydmie, wpływają na glebę, zwiększając jej wilgotność i w ten sposób, zmieniając warunki, przyczyniają się do zmian roślinności na tej wydmie. Również widzieliśmy, że występowanie roślin wodnych zależy od warunków głębokości wód, że rośliny ze swej strony mogą również zmieniać głębokość i w ten sposób przyczyniać się do zmiany w występowaniu skupień roślinnych. Skupienia więc roślinne, w swych naturalnych warunkach, nie są czemś stałym, ale ulegają nieustannym, nieraz bardzo powolnym, zmianom. Gdy w jakimkolwiek miejscu odsłoni się ziemia, jak np. nad brzegiem wód, to miejsce to zostaje opanowywane przez roślinność; początkowo rozwijać się będą chwa-

sty, rosące, jak na wydmie, w pewnej odległości bez wzajemnego wpływu; pozwoli jednak roślinność będzie coraz bardziej zwarta i po pewnym czasie wytworzy się gęsta darń łąkowa. Jeżeli wreszcie warunki terenu w naszym klimacie będą odpowiednie dla rozwoju drzew, to przyniesione nasiona drzew wykiełkują, wyrosną i wreszcie miejsce to zostanie opanowane przez roślinność leśną.

B. ROŚLINY DRZEWIASTE.

1. **Budowa zewnętrzna.** Kiełkowanie drzew z nasion odbywa się podobnie jak roślin zielnych (rys. 107). Przy kiełkowaniu ich również powstaje korzeń i pęd z liścieniami, liśćmi, pakiem głównym na szczycie i pakami bocznymi; w miarę rozwoju drzewa w ciągu lat pęd główny grubieje i wytwarza się z niego t. zw. pień; grubieją również i pędy boczne w postaci t. zw. gałęzi i gałązek. Rośliny drzewiaste więc są to rośliny, wytwarzające zdrewniały, długotrwały pęd — pień, i rozgałęziające się w pędy boczne — gałęzie i gałązki; u naszych drzew na t. zw. pędach rocznych rozwijają się liczne liście przyswajające, tworzące t. zw. koronę drzewa.

Wszystkie nasze rośliny drzewiaste dzielimy na liściaste i iglaste. Różnią się one budową liści, które u drzew iglastych jak u sosny, świerka, modrzewia, jałowca i innych, mają kształt igieł, u roślin zaś drzewiastych i liściastych mają rozszerzoną płaską blaszkę liściową; rośliny te różnią się również i budową swoich kwiatów.

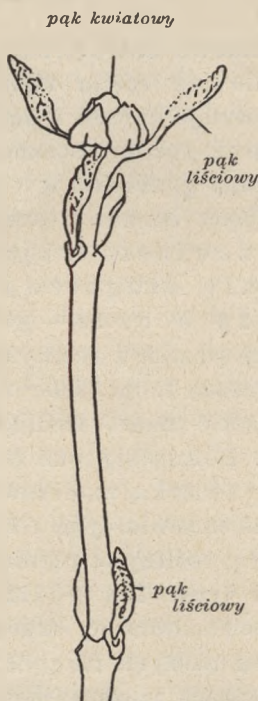
Paki (rys. 108 — 112). Wszystkie nasze drzewa liściaste, a z iglastych modrzew, tracą liście jesienią; już wiosną lub latem na drzewach naszych na pędach rocznych zaczynają wykształcać się paki, zawierające zaczątki pędu przyszłorocznego z niedorozwiniętymi liśćmi (paki liściowe) lub kwiatami (paki kwiatowe). Paki kwiatowe u niektórych roślin drzewiastych, jak np. kaliny hordowiny (rys. 108), wierzb, różnią się zewnętrznie od paków liściowych, tak że, patrząc na gałązkę zimą, od razu rozróżniamy paki kwiatowe i liściowe; u wielu jednak roślin drzewiastych, jak np. u buku, bzu lilaka, paki te nie różnią się zewnętrznie, tak że dopiero po rozerwaniu paka poznajemy, czy pak był liściowy, czy kwiatowy.

Paki prawie wszystkich naszych drzew są okryte, to znaczy się zewnętrzne ich liście przekształcają się w twarde łuski okrywające; łuski te chronią zimą delikatne, niezupełnie wykształcone części wewnętrzne (liście przyswajające i kwiaty) przed wyschnięciem i znacznymi zmianami temperatury; u niektórych drzew, jak np.

u kasztanowca, łuski te są jeszcze oblepione żywicą; żywica ta wydziela się z gruczołków na łuskach. W pąkach więc okrytych wyróżniamy dwojakiego rodzaju liście: zewnętrzne łuski i wewnętrzne, z których rozwiną się liście przyswajające. Łuski okrywające są, jak mówiliśmy, przekształconymi liśćmi, służącymi do ochrony pąka; możemy się o tem przekonać na świeżo rozwi-



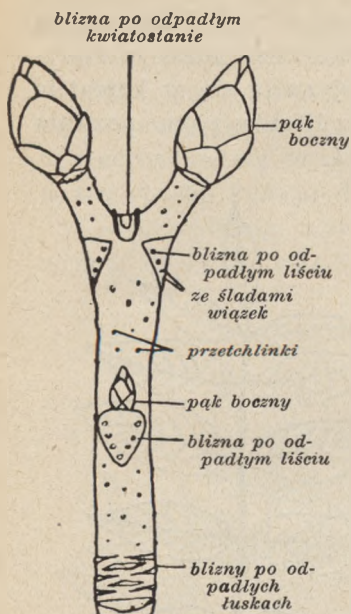
Rys. 107. Buk (*Fagus silvatica*) po wykiełkowaniu z nasienia z korzeniem, łodyżką podliścieniową, dwoma liścieniami i liśćmi przyswajającymi; między liśćmi przyswajającymi znajduje się pąk główny.



Rys. 108. Gałązka kaliny hordowiny (*Viburnum lantana*) z pąkiem kwiatowym i pąkami liściowymi; pąki liściowe u kaliny hordowiny wyróżniają się tem, że nie tworzą łusek.

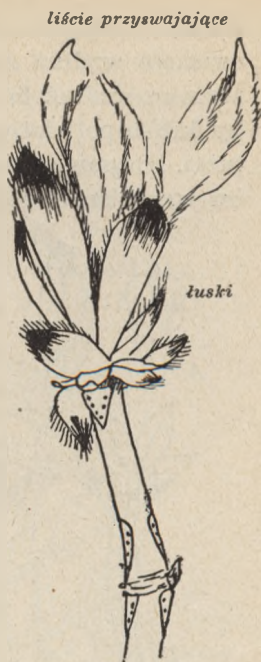
jających się gałązkach np. jesionu, na których często możemy obserwować wszystkie przejścia od łusek okrywających do liści przyswajających (rys. 113).

Rozerwijmy pąk jakiegokolwiek rośliny, np. bzu lilaka; zobaczymy liczne, drobne listki zielone, szczelnie do siebie przystające i dachówkowato ułożone jeden nad drugim; jeżeli weźmiemy pąki lipy lub cze-

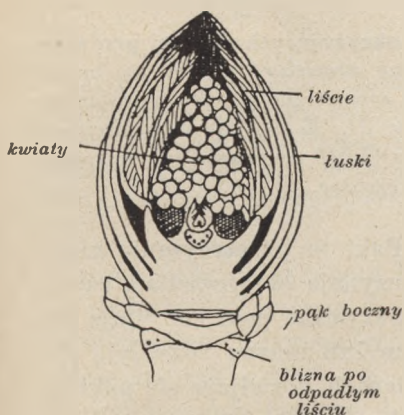


Rys. 109.

Rys. 109 — szczyt gałązki kasztanowca zimą z pąkami zimującymi i bliznami po odpadłych liściach i łuskach. Cała ta gałązka wyrosła z pąka; blizny po odpadłych łuskach wykazują miejsce, w którym w roku poprzednim był pąk i z którego wyrósł pąk roczny z kwiatostanem na szczycie; cały kwiatostan odpadł, pozostała po nim wyraźna blizna. Blizny po odpadłych liściach wskazują, że liście u kasztanowca leżą okółkowo, w czterech prostnicach. Wiosną z pąków znów wyrosną pędy; kolejne stadia rozwoju tych pąków przedstawione na rys. 110 i 112.



Rys. 110.



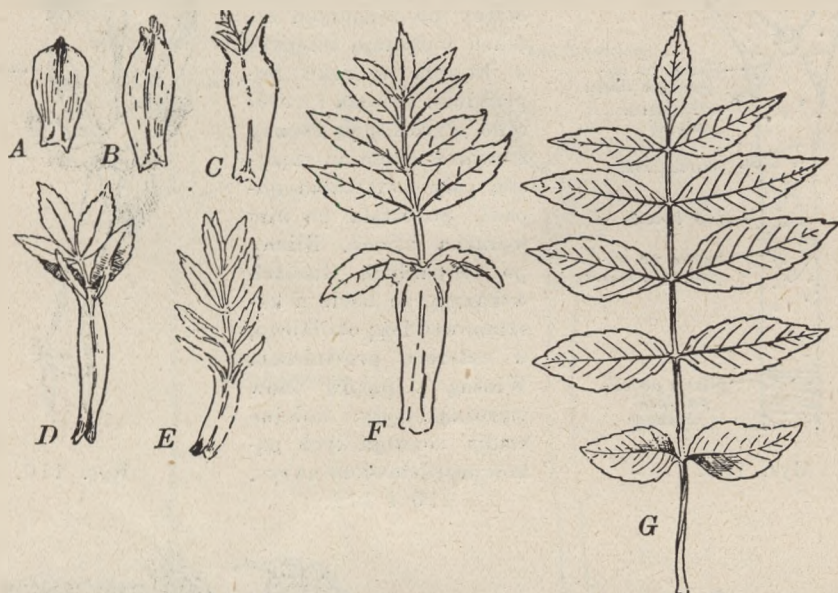
Rys. 111. Przekrój przez pąk z kwiatostanem.



Rys. 112.

BUDOWA I ROZWÓJ PĄCZKÓW U KASZTANOWCA (do ćwicz. 46)
(*Aesculus hippocastanus*).

reśni, to znajdziemy, że w pąkach tych drzew listki wewnętrzne są zwinięte wzdłuż głównego nerwu; w pąkach buka lub wiązu listki są złożone wzdłuż bocznych nerwów wachlarzowato; natomiast u wierzby lub topoli każda połówka blaszki liściowej zwiija się w kształcie tutki. Odpowiednie ułożenie niewyrośniętych liści w pąku pozwala im wyzyskać stosunkowo niewielką przestrzeń.



Rys. 113 (do ćwic. 51). Przejście od łusek okrywających do liści przyswajających w rozwiniętym pąku jesionu (*Fraxinus excelsior*); listki są brane od zewnątrz ku wewnątrz pąka; w A, B, C łuski zewnętrzne w pąku z drobnymi blaszkami liściowymi na szczycie w B i C; w D, E i F blaszka liściowa coraz większa; u dołu luskowate róższerzenie; w G liść przyswajający z środka rozwiniętego pąka. Zmniejszone.

.Rozwój pąków (rys. 110, 112). Pąki te przetrzymują zimę i wczesną wiosną pod wpływem ciepła zaczynają się rozwijać, czyli, jak mówimy, pękać. U naszych drzew nie wszystkie pąki rozwijają się jednocześnie; u leszczyny np. już w lutym lub marcu rozwijają się pąki kwiatowe, a dopiero po dwóch miesiącach rozwijają się pąki liściowe; u kasztanowca, wiśni, czereśni, buku pąki kwiatowe rozwijają się prawie jednocześnie z pąkami liściowymi, natomiast u lipy na-przód rozwijają się pąki liściowe, a dopiero później pąki kwiatowe.

Z rozwijających się pąków powstają t. zw. roczne pędy ulistnione, a jeżeli pąk był kwiatowy, to rozwijają się również kwiaty.

Łuski prędko odpadają; pozostałe po nich na gałązce gęsto ułożone blizny wskazują na miejsce, od którego wyrósł pęd roczny. Na ulistnionym pędzie rocznym znów wykształcają się pąki, liście jesienią znów odpadną, pąki przetrzymują i znów wiosną rozwiną się w ulistnione pędy roczne, które przedłużą gałązkę. Każda więc gałązka na drzewie corocznie się powiększa o przyrost rozwiniętego pędu rocznego; w ten sposób korona drzewa corocznie zwiększa swój promień.

Jak widzimy u drzew, u których liście odpadają na zimę, liście rosną tylko na pędach lub gałązkach



Rys. 114. Pęd roczny jaworu (*Acer platanoides*) oglądany z góry; dzięki temu, że w dolnych liściach ogonki są dłuższe, a w górnych krótsze, liść liścia nie zasłania. Zmniejszone kilka razy.



Rys. 115. Gałązka ulistniona buku — u dołu widzimy trzy pędy skrócone — liść liścia również nie zasłania. Zmniejszone kilka razy.

rocznych; dzięki temu, liście są wysunięte na obwód korony drzewa na światło i z tysięcy stosunkowo drobnych liści tworzy się duża powierzchnia przyswajania. Przy tem jeszcze na tych gałązkach liście są tak ustawione, że jeden nie zasłania drugiego; u kasztanowca np. lub jaworu dolne liście mają dłuższe ogonki i większe blaszki liściowe, a górne krótsze ogonki i mniejsze blaszki liściowe.

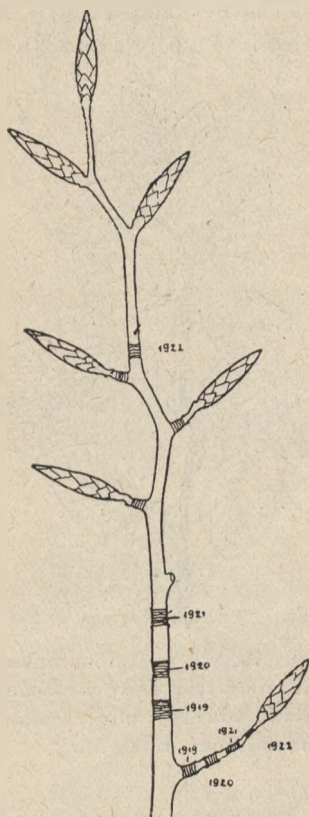
Możemy dokładnie obliczyć wiek młodej gałązki np. buku (rys. 116), świerka (rys. 117) i wielu innych drzew, opierając się jedynie na bliznach po odpadłych łuskach. Na wyrosłych już bardziej, star-

szych gałęziach wskutek zmian w korze, wywołanych grubieniem drzewa, blizny te zacierają się.

Pąki śpiące. Jeżeli u drzew, np. u dębu lub wierzby po rozwinięciu się pąków, pędy roczne uległy zniszczeniu, np. przez zmarznięcie, to rozwijają się t. zw. pąki śpiące; są to pąki, które normalnie się nie rozwijają i {niejednokrotnie nawet zostają zaro-

śnięte korą, zachowują jednak zdolność do rozwoju niekiedy całe lata.

Pędy skrócone i wydłużone. Przyglądając się gałązkom buku (rys. 115), widzimy, że na gałązce wyrosniętej (rys. 115 cała gałązka) znajdują się gałązki boczne, krótkie, tak że bliźny roczne znaj-



Rys. 116 (do ćwiczc. 46). Pięcioletnia gałązka buku, ścięta zimą w 1923 roku; podług blizn po odpadłych łuskach z pąków lat ubiegłych, są oznaczone lata w rozwoju gałązki; u dołu na krótkiej gałązce bocznej blizny są tuż koło siebie, taki pęd już nie wyrasta (pęd skrócony).



Rys. 117 (do ěwicz. 46). Gałazka trzyletnia świerka (*Picea excelsa*) z oznaczeniem lat: wiosną 1923 r. z pąka, który był w C, gałazka wyrosła do B; 1924 r. z pąka, który był w B, wyrosła do A; wiosną 1925 r. zaczyna się wytwarzać pęd roczny.

dują się na nich jedna obok drugiej; gałązki te są również ulistnione; takie pędy, w których międzywęźla nie wyrastają, nazywamy pędami skróconymi; natomiast pędy o międzywęźlach wyrośniętych nazywamy pędami wydłużonymi. Dzięki kombinacji pędów skróconych i wydłużonych, liście tak się układają na pędzie, że jeden nie zasłania drugiego; zjawisko to, widoczne np. na rysunku 115 u buku, jak również opisane u jaworu (rys. 114), nosi nazwę mozaiki liściowej.



Rys. 118. Gałązka tarniny (*Prunus spinosa*) z pędami skróconymi, przekształconymi w ciernie; jak widać, na cierniach wyrastają kwiaty.



Rys. 119. Gałązka berberysu (*Berberis vulgaris*) z cierniami liściowymi i pędami bocznymi.

Ciernie, kolce. Pędy skrócone u tarniny, gruszy polnej są zdrewniałe i zastrzone na szczycie; wyrastają na nich liście i kwiaty (rys. 118); nazywamy je cierniami pędowymi. U często występującego na słonecznych wzgórzach krzewu, berberysu, również znajdujemy ciernie (rys. 119); występują one w miejscach swym położeniem odpowiadających położeniu liści (w kącie ich powstają pędy boczne); prócz tego u niektórych osobników berberysu, trzymanyh np. w miejscach wilgotnych, znaleźć możemy w miejscu, gdzie wyrastają ciernie, liście z blaszką liściową lub zaobserwować

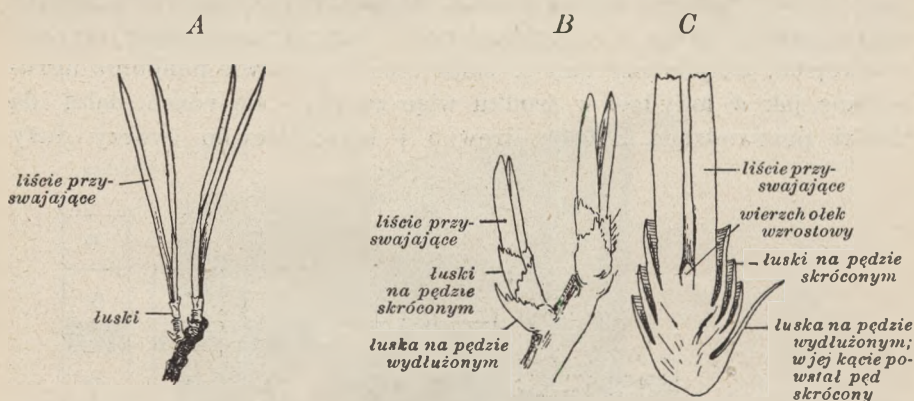
wszystkie przejścia od liści przyswajających do cierni; w odróżnieniu od cierni pędowych, ciernie te, powstałe z przekształcenia się liści, nazwać możemy cierniami liściowymi. U akacji ciernie są przekształconymi przylistkami (rys. 45). Natomiast u róż organem kolącym jest zdrewniały włos — nazywamy go kolcem. Ciernie i kolce odgrywają bardzo ważną rolę w życiu rośliny, służą bowiem jako obrona przed pożarciem przez zwierzęta.



Rys. 120. Trzyletnia gałązka sosny (*Pinus silvestris*), ścięta zimą 1925 r., z oznaczeniem lat; widzimy, że pędy boczne wydłużone tworzą rodzaj pięt, podług których możemy obliczyć lata.

Pąki i rozwój sosny (rys. 120, 121). Nieco odmiennie zbudowane pędy ma nasza sosna; u sosny z pąka rozwijają się pędy wydłużone, dźwigające liczne siedzące, skrócone pędy boczne. U podstawy tych skróconych pędów bocznych wytwarzają się liście, z których dolne wykształcają się w formie łusek, a dwa górne jako liście przyswajające o budowie iglastej; sam zaś pęd skrócony nie rośnie już zupełnie i po kilku latach cały niewyrośnięty pęd odpada z liśćmi i łuskami. U sosny pąki zimujące powstają po kilka na szczycie pędów rocznych; to też z wiosną, kiedy pąki się rozwijają,

pędy wydłużone wyglądają jakgdyby wyrastające okółkowo (z jednego miejsca), w istocie jednak sosna ma ulistnienie skrętogłę. Zawdzięczając temu, że pąki sosny wyrastają przeważnie na szczycie pędów wydłużonych, sosna rośnie, tworząc rodzaj pięter, w kształcie kandelabru; to też na młodej sośnie po ilości tych pięter możemy obliczyć wiek drzewa (rys. 120).



Rys. 121. Pędy skrócone u sosny (do ćwic. 48): *A* — zupełnie rozwinięte, *B* — rozwijające się i *C* — w przekroju podłużnym.

Ćwiczenie 46. Obejrzyć pąki u kasztanowca, lipy, bzu lilaka, buku; przejrzeć pąki kwiatowe i liściowe; odrywać kolejno łuski, znaleźć w środku niedorozwinięte liście przyswajające i zaznajomić się z rodzajem ułożenia tych liści (podług powyższego wykładu).

Ćwiczenie 47. Obliczyć wiek gałązki np. buku podług załączonego rys. 116; przejrzeć ulistnione gałązki buku i wyróżnić pędy wydłużone i skrócone podług rys. 115.

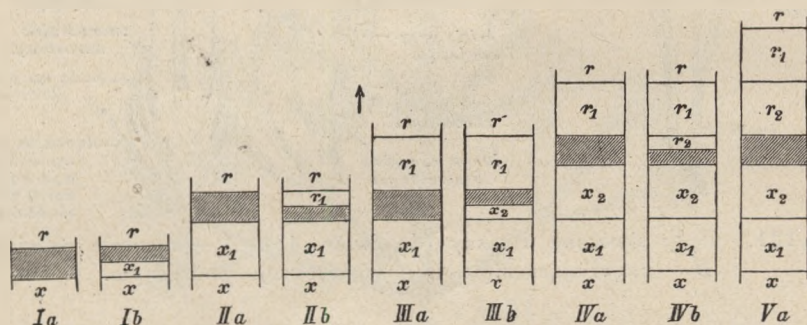
Ćwiczenie 48. Przejrzeć budowę sosny, zwłaszcza pędów skróconych, podług rys. 121 i powyższego wykładu.

Ćwiczenie 49. Przejrzeć ciernie pędowe u tarniny i zauważyć na tych pędach obecność liści i kwiatów. Przejrzeć gałązkę berberysu i podług powyższego wykładu stwierdzić, że ciernie u berberysu są przekształconymi liśćmi; obejrzyć liście z cierniami u akacji (rys. 45).

Ćwiczenie 50. Porównać ustawienie liści na gałązkach pionowych lub poziomych u kasztanowca; zauważyć mozaikę u niektórych naszych drzew, np. jaworu (rys. 114), buku (rys. 115).

Ćwiczenie 51. Na rozwijającej się gałązce jesionu, na okazach żywych lub zasuszonych, znaleźć przejścia od łusek do liści przyswajających podług rys. 113.

3. **Budowa wewnętrzna drzewa** (122 — 126). Gdybyśmy dokładnie zbadali pąki liściowe drzew, to znaleźlibyśmy w nich, podobnie jak w pąkach roślin zielnych, wierzchołek wzrostowy, składający się z komórek twórczych. W okresie kształtowania się pąka i wyrastania z niego pędu rocznego, komórki te się dzielą i, podobnie jak to widzieliśmy w łodygach roślin zielnych, następuje wśród nich wyróżnicowanie się na tkanki. Weźmy np. jednoroczną gałązkę sosny, zróbmy przez nią przekrój poprzeczny i rozpatrzmy pod mikroskopem; znajdziemy tam te same tkanki i prawie podobnie ugrupowane, jak w łodydze: w środku więc znajduje się rdzeń, dalej idą tkanki przewodzące, a więc drewno i łyko; drewno tworzy duży

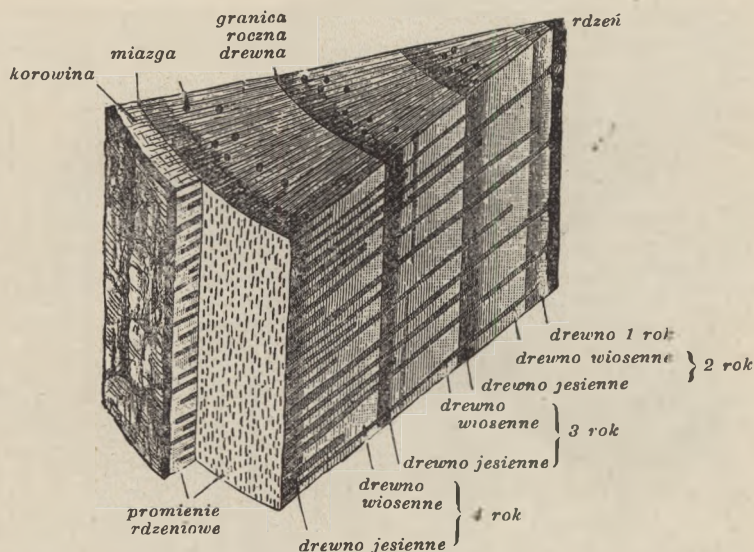


Rys. 122. Schemat podziału komórki miazgi (kreskowana) i wytwarzanie się komórek drewna (u dołu — oznaczone x) i łyka (u góry — oznaczone r); w *Ia* mamy komórkę miazgi, która się dzieli (*Ib*); utworzona przy podziale komórka (x_1) — rośnie i osiąga swą wielkość ostateczną; wyrasta również i druga komórka, która się znów dzieli, i wytwarzają się znów dwie komórki (*IIb*), które znów rosną (*IIIa*); komórka miazgi znów się dzieli (*IIIb*) i t. d. W ten sposób z podziału powstaje szereg komórek, z których środkowa pozostaje zawsze twórczą komórką miazgi, górne komórki przekształcają się w łyko, a dolne w drewno; na schemacie jest przedstawiona tylko jedna komórka miazgi; w istocie jest ich więcej.

pierścień ciągły; niema tu wyraźnych wiązek, jak to widzieliśmy w łodygach niektórych roślin zielnych; mimo to, zarówno w łyku jak i w drewnie, znajdziemy liczne promienie rdzeniowe, składające się, jak wiemy, z komórek miękiszowych; między drewnem i łykiem znajduje się cienka warstwa komórek twórczych — miazga. Jeżeli gałązkę taką okorujemy, to znaczy oderwiemy na niej to, co pospolicie nazywamy korą, to rozrywamy wtedy komórki miazgi po okorowaniu pozostaje więc drewno wraz z rdzeniem.

Nazewnątrz od miazgi znajduje się łyko, tkanka miękiszowa i tkanka okrywowa ¹⁾).

Komórki miazgi są wydłużone, tafelkowate, posiadają cienkie błony i są wypełnione plazmą z jądrem; w przekroju poprzecznym mają kształt prostokątów. Wiosną komórki te zaczynają się dzielić podłużnie, to znaczy równolegle do obwodu drzewa; przebieg tego podziału mamy przedstawiony na rys. 122. Powstałe z podziału miazgi komórki ze strony wewnętrznej, zwróconej ku wnętrzu pnia,

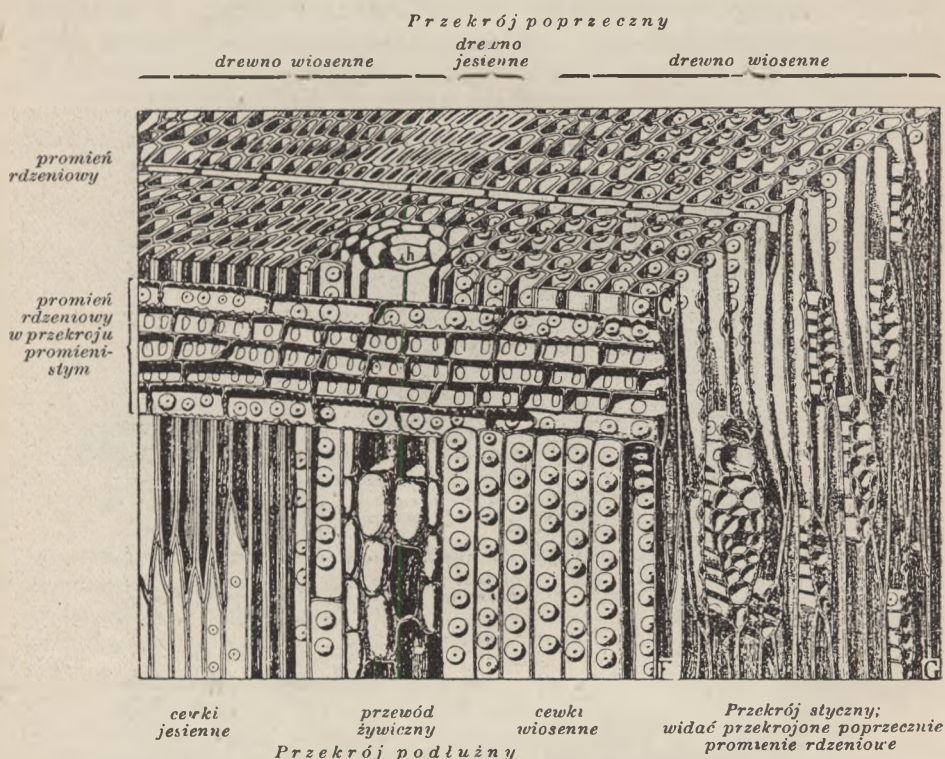


Rys. 123 (do ćwic. 52). Wycinek z czterorocznego pnia sosny w przekroju poprzecznym, podłużnym i stycznym; w przekroju podłużnym widzimy promienie rdzeniowe, biegnące promienisto od brzegu ku środkowi; w przekroju poprzecznym widzimy przewody żywiczne (na rysunku zaznaczone są jako ciemne kółka).

przekształcają się w komórki drewna, komórki zaś wytworzone ku zewnątrz przekształcają się w komórki łyka; natomiast komórki środkowe zawsze pozostają jako komórki twórcze miazgi. Jesienią działalność miazgi ustaje; wiosną następnego roku komórki znów

¹⁾ Również przy robieniu wiosennych fujarek z gałązek wierzby odzielamy drewno od t. zw. kory, t. j. łyka, kory pierwotnej i korka; przy poklepywaniu rozdzieramy i niszczymy komórki miazgi i w tem miejscu odzieramy korę od drewna.

się dzielą i wytwarzają nowe komórki drewna i łyka. W ten sposób corocznie wewnątrz pnia drzewa narasta warstwa drewna i warstwa łyka. To coroczne narastanie wywołuje wzrost pnia niekiedy na bardzo znaczną grubość; między drewnem i łykiem stale znajduje się miazga, tworząca cienki walec, przebiegająca przez cały pień drzewa równolegle do jego obwodu. Przyjrzyjmy się teraz



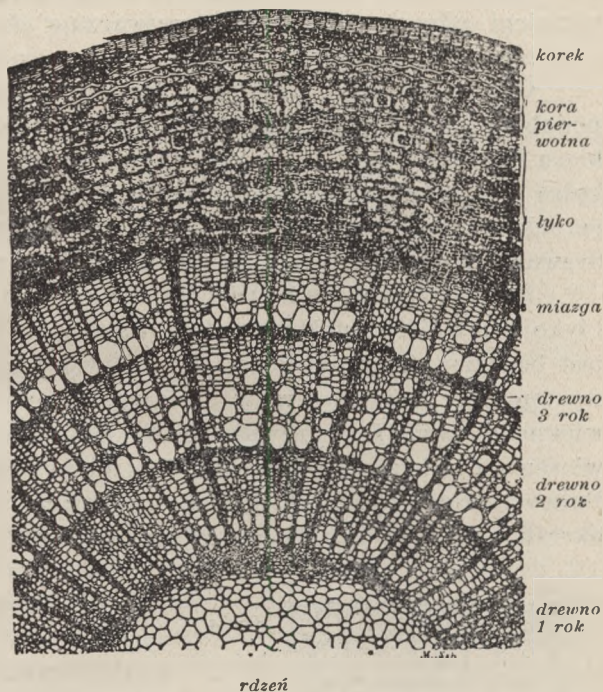
Rys. 124. Skombinowany przekrój poprzeczny, podłużny i styczny z drewna sosny; w cewkach widzimy bardzo charakterystyczne jamki; w miejscu, gdzie są jamki, błona między komórkami jest bardzo cienka i łatwo przepuszcza wodę.

drewnu i łyka w sosnie. W tym celu z drewna sosny robimy cienki skrawek poprzeczny i rozpatrujemy go pod mikroskopem. Widzimy wtedy liczne komórki, ustawione w promienistych szeregach. Komórki te mają błony zdrewniałe i są pozbawione plazmy i jądra; służą one roślinie przede wszystkim do przeprowadzania wody; są to cewki; następnie widzimy, że jedne cewki, zgrupowane razem, mają błony cienkie i światło komórkowe dość duże i że cewki te przechodzą stopniowo w cewki o błonach grubych i sto-

sunkowo małym światłem komórkowym. W pewnym miejscu widzimy na naszym skrawku, że granica między jednymi i drugimi cewkami jest bardzo wyraźna; dalej bowiem następują cewki o dużym świetle, przechodzą one powoli w cewki o małym świetle i znów między nimi występuje wyraźna granica. Jest to wynikiem tego, że wiosną powstają cewki o dużym świetle, t. zw. drewno wiosenne, później zaś latem i jesienią wytwarzają się cewki o grubych błonach i mniejszym

światłem; jest to t. zw. drewno jesienne; natomiast w miesiącach zimowych działalność miazgi ustaje, cewki nie wytwarzają się, aż dopiero wiosną; skutkiem tego granica między drewnem jesiennym jednego roku a drewnem wiosennym następnego roku jest bardzo wyraźna; każdego więc roku wokół drewna wyrosta jedna warstwa albo jeden t. zw. słoje drewna; wskutek różnic drewna jesiennego i wiosennego oraz na-

głego przejścia od drewna jesiennego do wiosennego w przeciętym pniu drzewa słoje uwydatniają się bardzo wyraźnie. Rzecz oczywista jest, że drewno ma tyle słoje, ile ma lat; podług więc ilości słoików możemy obliczyć wiek drzewa. Wśród cewek dostrzegamy jeszcze komórki, przebiegające promienisto od obwodu do środka pnia; komórki te zawierają plazmę, jądro, posiadają cienkie błony; między nimi znajdują się nieduże przestrzenie międzykomórkowe; są to więc komórki miękiszowe, tworzące w drewnie promienie rdzeniowe. Prócz tego w drewnie jeszcze widzimy otwory, tworzące długie rurki i otoczone komórkami miękiszowymi; komórki te wy-



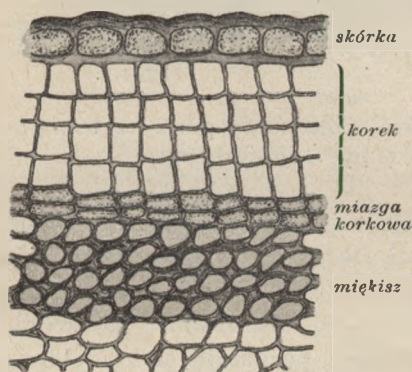
Rys. 125. Przekrój poprzeczny przez trzyletnią gałązkę lipy. Powiększony.

dzielają żywicę; żywica wydostaje się przy nacięciu drzewa nazewnątrż przez te otwory, zwane przewodami żywicznymi.

Zróbmy teraz przekrój promienisty, t.j. wzdłuż linii łączącej obwód ze środkiem. Możemy wtedy obserwować budowę cewek; są to podłużne, przebiegające w kierunku osi pnia, wrzecionowate, ostro zakończone i zakończeniami zachodzące za siebie komórki; błony cewek posiadają t. zw. jamki, w których błony graniczące ze sobą są cienkie i łatwiej przepuszczają wodę; widzimy również komórki promieni rdzeniowych, które wytwarzają dwie lub trzy warstwy i przebiegają prostopadle do cewek.

Gdybyśmy teraz przejrzieli łyko, to się okaże, że składa się ono, podobnie jak w łydogach zielnych, z rurek sitkowych, z komórek miękiszu łykowego i włókien; występują również i promienie rdzeniowe, które są przedłużeniami promieni rdzeniowych drewna. Warstwa jednak łyka w pniu drzew jest o wiele cieńsza; wskutek zgrubienia drewna łyko jest rozciągane, tak że trudno w niem wyróżnić słoje.

Na podobnych mniej więcej podstawach zbudowane jest drewno i łyko drzew liściastych, tylko budowa drewna i łyka drzew liściastych jest bardziej skomplikowana; prócz cewek jako komórki przewodzące występują w drewnie drzew liściastych naczynia; występują również włókna drewna. I w drewnie drzew liściastych wyróżniamy drewno wiosenne i jesienne. Budowę pnia lipy mamy przedstawioną na rys. 125. Budowa drewna jest tak charakterystyczna, że podług niej możemy określić, z jakim gatunkiem drzewa mamy do czynienia.



Rys. 126. Przekrój poprzeczny przez gałązkę bzu lekarskiego w celu wykazania korka i miazgi korkowej.

Korek (rys. 126). Nazewnątrż drzewo okrywa t. zw. korek. Gdybyśmy zrobili przekrój przez korek któregośkolwiek drzewa lub krzewu, jak np. bzu lekarskiego, to się okaże, że korek składa się z tafelkowatych, martwych komórek, w których błony skorkowaciały i przez to stają się nieprzepuszczalne dla wody i gazów. We wnętrzu pnia lub gałązki komórki korka graniczą z komórkami żywymi, z plazmą i jądrem; komórki te tworzą t. zw. miazgę korkową albo korkotwórczą, gdyż na skutek ich podziału wytwarzają się komórki korka.

Miazga korkotwórcza u niektórych drzew, jak np. sosny, dębu, wytwarza nowe warstwy korka, t. zw. martwicę, przyczem starsze warstwy martwicy pękają lub opadają.

Gdyby korek całkowicie pokrywał drzewo, to odgraniczałby on żywe komórki wewnątrz drzewa, które, jak wszystkie komórki żywe, oddychają, a więc muszą być połączone z atmosferą. Okazuje się więc, że w niektórych miejscach komórki korka nie przylegają do siebie ściśle, ale są złączone luźno, tak że gazy mogą między nimi przechodzić. Są to t. zw. przetchlinki, które bardzo wyraźnie możemy obserwować na korze niektórych drzew, jak np. u kasztanowca (rys. 110).

Ćwiczenie 52. Przejrzeć budowę młodego pnia sosny lub lipy i obliczyć jej wiek (podług rys. 123 i 125).

Ćwiczenie 53. Zrobić cienki skrawek poprzeczny, podłużny i styczny w drewnie sosny i wyróżnić pod mikroskopem części, jak na rys. 124.

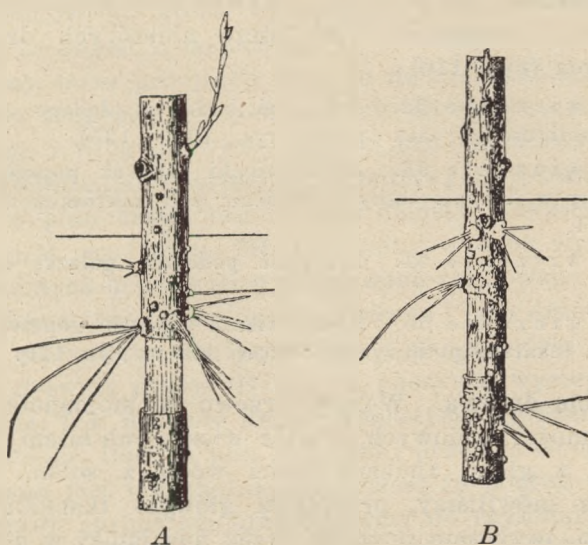
Ćwiczenie 54. Przejrzeć podobnie gałązkę lipy lub innego drzewa.

Ćwiczenie 55. Zrobić cienki skrawek poprzeczny przez korek bzu lekarskiego i wyróżnić części jak na rys. 126.

3. Życie drzewa. Weźmy drzewo w momencie jego wzmożonych czynności życiowych, a więc wiosną lub latem. Korzeń drzewa pobiera z gleby znaczne ilości wody z solami mineralnymi; woda ta, jak mówiliśmy, przepływa głównie tkankami przewodzącymi drewna, przyczem poznane przez nas jamki w cewkach drzew iglastych pozwalają na łatwe przechodzenie wody z cewki do cewki. Okazuje się jednak, że woda nie przepływa w całym pniu drzewa, lecz tylko w jego zewnętrznych słojach. Przeprowadzona woda do liści, służy przedewszystkiem jako materiał do przyswajania; prócz tego znaczne ilości wody zostają, jak wiemy, wyparowywane przez liście (patrz str. 54).

Drugą czynnością drzewa jest przyswajanie; odbywa się ono, jak wiemy, w liściach; potrzebna do przyswajania woda przepływa, jak mówiliśmy, z korzenia; natomiast dwutlenek węgla przedostaje się z atmosfery do komórek miękiszowych liścia przeważnie szparkami. Wytworzone substancje organiczne nie pozostają w liściu, lecz zostają przeniesione do komórek miękiszowych pnia; substancje te służą jako materiał do wytwarzania i wzrostu komórek powstałych z miazgi, do wytwarzania i wzrostu pąków i owoców i do wzrostu korzenia. Pewne ilości tych substancyj zostają składane

na miesiące zimowe w komórkach miękiszowych pnia. Jak więc widzimy, substancje organiczne, wytworzone w liściu, zostają przenoszone po całym drzewie niekiedy na odległości znaczne, jak np. do korzenia. Substancje te przede wszystkim przepływają łykiem, o czym może nas przekonać następujące doświadczenie (rys. 127): na gałązce wierzby robimy nacięcie w postaci pierścienia i zdzieramy korę i łyko tak, żeby pozostało tylko drewno. Po pewnym czasie w łyku nad nacięciem tworzy się nabrzmienie, które zasklepia ranę, oraz



Rys. 127. Doświadczenie z gałązką wierzby; w *A* okorowaną zupełnie, w *B* okorowaną częściowo; obie gałązki umieszczono w wodzie (poziom wody oznaczają linje czarne); widzimy, że w *A* korzenie wytworzyły się tylko nad okorowaniem, natomiast w *B* wyrosły poniżej miejsca, gdzie kora pozostała i gdzie przepływ substancyj organicznych nie został przerwany.

wytwarzają się z substancyj doprowadzonych przez łyko korzenie przybyszowe; niżej już te substancje nie mogą przepływać wskutek przerwania łyka. I w łyku tylko wewnętrzne słoje, przyległe do miazgi, przeprowadzają substancje organiczne; starsze słoje zamierają.

Czynnością również życiową, którą drzewo pełni, jak każda istota żywa, jest oddychanie; oddychają więc i komórki żywe wewnątrz pnia; wymiana zaś gazów odbywa się przy pomocy poznanych przez nas przetchlinek, przyczem gazy przepływają z atmo-

sfery do komórek miękiszowych i odwrotnie przestrzeniami międzykomórkowymi; również i woda doprowadza gazy w niej rozpuszczone.

Z biegiem lat drzewo staje się coraz cięższe i korona ugniata pień drzewa swym ciężarem; tę odporność przed zgnieceniem i sztywność nadają drzewu przede wszystkim komórki mechaniczne—włókna oraz komórki przewodzące o grubych zdrewniałych błonach, jak np. cewki w drewnie sosny zwłaszcza jesienne.

Późną jesienią czynności naszych drzew ustają, miazga przestaje się dzielić, korzeń nie pobiera wody wskutek marznięcia gleby, liście drzew liściastych opadają. Pozostają tylko pąki, w których, jak widzieliśmy, są założone przyszłe pędy roczne, w komórkach zaś miękiszowych pnia są zmagazynowane substancje organiczne. Pąki z drobnymi, delikatnymi listkami są zabezpieczone przez twarde, niekiedy pokryte żywicą łuski, pień zaś zabezpiecza korek. Również i w drzewach iglastych, pozostawiających liście na zimę, czynności życiowe, jak wzrost, zupełnie ustają, a inne, jak pobieranie wody i przyswajanie, ustają lub odbywają się o wiele słabiej, niż w miesiącach letnich.

Wiosną pod wpływem cieplejszej temperatury drzewo znów zaczyna się budzić do życia; pąki drzew pękają, korzenie obficie pobierają wodę, a substancje organiczne, złożone w komórkach miękiszowych, przepływają do pędów jednorocznych i służą jako materiał do ich wzrostu. Ruch więc soków w roślinie w momencie pękania pąków jest bardzo ożywiony; również zaczynają się dzielić komórki miazgi i wytwarzają początkowo komórki w drewnie o dużym świetle i cienkich błonach. Po wytworzeniu się pędów rocznych z liśćmi i kwiatami drzewo w okresie wegetacji intensywnie przyswaja, oddycha, wyparowywuje wodę, a substancje organiczne przez nie wytworzone znów zostają przenoszone i składane jako materiały zapasowe w komórkach miękiszowych.

Jesienią znów czynności drzewa ustają, liście żółkną, opadają i drzewo przechodzi w stan spoczynku zimowego. Życie więc naszych drzew, podobnie jak i naszych ziół, dostosowało się do zmian naszego klimatu w ten sposób, że miesiącom ciepłym (okres wegetacji), kiedy temperatura u nas wynosi przeciętnie od 5 do 15°, odpowiada czynności życiowe, a miesiącom zimowym, kiedy temperatura przeciętnie opada niżej zera, odpowiada okres spoczynkowy, uśpienia zimowego.

Długość okresu spoczynkowego naszych drzew jest zależna od warunków zewnętrznych; wystarczy bowiem już w styczniu lub lu-



Rys. 128. Las wielogatunkowy na Wołyniu; najwyżej swe korony wznoszą dęby i sosny (piętro najwyższe); poniżej rosną kaliny, bzy lekarskie, leszczyny (piętro niższe), run leśną tworzą rośliny zielne (piętro najniższe).

Fot. Łuniewski.

tym umieścić w wodzie ciepłej w pokoju odcięte gałązki np. wierzby, kasztanowca lub bzu lilaka, aby po kilku dniach pobudzić je do życia; pobudzone gałązki wytwarzają korzenie przybyszone, którymi pobierają wodę, i rozwijają pąki. Dziś znamy cały szereg sposobów, przy pomocy których możemy przerwać okres spoczynkowy roślin i pobudzić roślinę do życia o wiele wcześniej, aniżeli to się dzieje w przyrodzie.

Jak już mówiliśmy, starsze słoje w drewnie zamierają, a po ścięciu drzewa zamierają wszystkie komórki drewna, drewno zaś użytkujemy w najrozmaitszy sposób: robimy meble, wnosimy budowle i t. p. Patrząc jednak na deskę stołu lub nogi krzesła, należy pamiętać, że składają się one z licznych martwych komórek, właściwie mówiąc, z błon komórkowych, że komórki te były komórkami żywymi, powstały z miazgi, komórki zaś miazgi powstały z komórek twórczych wierzchołka wzrostowego pąka lub kiełka w nasieniu.

4. **Nasze lasy** (rys. 128—130). W naturalnych swoich warunkach drzewa nasze rosną przeważnie gromadnie, tworząc skupienia leśne. W czasach przedhistorycznych ziemie nasze, prócz niektórych



Rys. 129. Las bukowy cienisty bez podszycia w Złotym Potoku pod Częstochową; w lesie tym występuje piętro najwyższe; piętra niższego (krzewy) niema wcale; piętro najniższe rozwinięte bardzo skąpo.

Fot. dr. M. Sokołowski.

miejsce w Małopolsce i na kresach południowo-wschodnich zajętych przez rośliny stepowe, były pokryte nieprzerwanymi lasami; lasy te należą do obszarów: zachodnio-europejskiego lasów wielogatunkowych z przewagą drzew liściastych i z bukiem jako drzewem charakterystycznym, oraz wschodnio-europejskiego z przewagą drzew iglastych; cechą tych lasów jest prawie jednoczesne zrzućanie liści drzew liściastych (a z iglastych modrzewia) na zimę i trwanie w stanie spoczynkowym w miesiącach zimowych.

Nasz więc las składa się przeważnie z szeregu gatunków drzew iglastych i liściastych; miejscami jeden z gatunków drzew, jak np. sosna, świerk lub olsza, może przeważać albo wyjątkowo tworzyć lite (czyste) drzewostany; na znacznych przestrzeniach spotykamy jedynie powtarzające się kilka lub kilkanaście gatunków drzew. Nie wszystkie drzewa nasze występują na całym obszarze ziem polskich; tak np. jodła (*Abies pectinata*) rośnie głównie w Karpatach i Tatrach oraz w wyżynnej Polsce na południe od Łodzi, Kalisza, Lublina, tworząc piękne drzewostany w górach Świętokrzyskich; prócz tego jodła rośnie wyspowo w puszczy Białowieskiej i w okolicach Mińska Mazowieckiego; buk (*Fagus silvatica*) rośnie tylko w zachodniej i połu-

dniowej Polsce, tworząc również piękne drzewostany w Karpatach i Tatrach.

W naszym lesie drzewa najwyższe, jak sosna, grab, świerk, dąb, jodła lub buk, wysuwają swe konary najwyżej i tworzą ze swych koron liści przyswajających piętro najwyższe; drzewa niższe lub krzewy, jak leszczyna, wierzby, bzy (pospolity i koralkowy), kalina, trzmielina i inne, rozwijają swe korony niżej, przysłonięte koroną drzew piętra najwyższego; tworzą one piętro niższe; wreszcie na dnie lasu rozwijają się rośliny zielne lub drobne krzewy, jak np. borówki,



Rys. 130. Buk (zimą) rosnący: *A* — swobodnie, z rozłożystymi konarami na wszystkie strony; *B* — na brzegu lasu, z konarami zwróconymi w stronę zewnętrzną lasu i *C* — w zwartym drzewostanie leśnym.

trawy, widłaki, mchy i inne; rośliny, rozwijające się w każdym z tych pięter, mają właściwe sobie odmienne warunki życia i każde piętro wyższe tworzy odpowiednie warunki dla piętra niższego; ta piętrowość w naszych lasach jest często zależna od gęstości koron górnych pięter i co poza tem idzie od wielkości zacienienia; w lasach np. bukowych (rys. 129) lub jodłowych, w których gęste korony nie przepuszczają światła, roślinność pięter niższych rozwija się bardzo skąpo.

Również w lasach sosnowych, rosnących na suchej, jałowej glebie, pomimo tego, że sosny przepuszczają światło, roślinność jest

bardzo skąpa; rosną tutaj głównie mchy i porosty; przyczyną uniemożliwiającą rozwój wielu roślin zielnych, jest jałowa, sucha gleba.

Gdybyśmy teraz zbadali korzenie roślin leśnych, toby się okazało, że ich strefy, pobierające wodę, tworzą również rodzaj pięter; najgłębiej więc sięga strefa pobierająca wodę korzeni drzew wysokich, mniej głęboko krzewów, a w warstwach bardziej płytkich rozwijają się korzenie roślin zielnych.

To życie w skupieniu leśnym ma również wpływ i na budowę zewnętrzną pojedynczych drzew. Wystarczy porównać np. buk rosnący samotnie, wewnątrz lasu i na brzegu lasu. Buk (rys. 130), rosnący samotnie i oświetlony ze wszystkich stron, rozgałęzia się bogato na wszystkie strony i wytwarza konary z koroną liści sięgającą ku ziemi; buk rosnący w zwartym lesie, otoczony i zasłonięty przez inne drzewa, wytwarza tylko koronę u szczytu, a gałęzie niższe opadają; buk rosnący na brzegu lasu wytwarza tylko konary ze strony oświetlonej, zewnętrznej lasu, ze strony zaś wewnętrznej lasu posiada tylko koronę u góry.

W ciągu lat człowiek prawie zupełnie wytrzebił lasy pierwotne, utrzymując tylko drzewa, mające dla niego wartość materialną. Niektóre gatunki drzew, jak np. cisy, zostały w wielu miejscach zupełnie wytrzebione i rosną tylko w niektórych okolicach, otoczone ludzką opieką; ginie również w lasach naszych modrzew polski, a coraz rzadziej występują jarzębiny, kalin i inne. W ostatnich latach zostały wyłączone z gospodarki ludzkiej mniejsze lub większe przestrzenie leśne, które pozostają w pierwotnym swym stanie, jako parki przyrody albo t. zw. rezerwaty. Takimi parkami są już park narodowy w puszczy Białowieskiej, w Tatrach, Pieninach, Karpatach, w górach Świętokrzyskich.

5. Lasy tropikalne. O wiele bogaciej i różnorodniej rozwinęły się lasy w wilgotnych obszarach tropikalnych; w obszarach tych utrzymuje się prawie stale wysoka temperatura (na wyspie Jawie od 20 — 28°) oraz znaczne, stałe opady atmosferyczne (ilość opadów atmosferycznych na Jawie jest prawie dziesięć razy większa, niż u nas). Dwa więc czynniki: wodę i ciepło, mają tam rośliny w ilościach maksymalnych, to też rozwój roślin trwa tu cały rok nie przerywany ani zniżkami temperatury, ani suszą. Lasy obszarów tropikalnych odznaczają się nie tylko bogactwem form, ale i ilością gatunków; na wyspie Jawie obliczono około 4000 gatunków drzew, przy czym drzewa te rosną bezładnie, tak że tylko rzadko można tu natknąć kilka jednakowych gatunków drzew, rosnących obok siebie

jak to widzimy w naszych lasach. Drzewa lasów tropikalnych są hamowane w swym rozwoju przez drzewa sąsiednie lub przez rośliny na nich wyrastające, to też nie rozgałęziają się tak bujnie jak drzewa naszych lasów; liście ich są gładkie, lśniące i naogół ciemniej zielone, niż liście drzew naszych. Pąki tych drzew są o wiele mniejsze i nie wytwarzają łusek okrywających; są nagie.



Rys. 131. Palma daktylowa.
Znacznie zmniejszone.

Jednym z częściej spotykanych rodzajów drzew obszarów nie tylko tropikalnych, ale i obszarów ciepłych są palmy (rys. 131). Liczne gatunki palm tworzą pień mniej lub więcej gruby, walcowaty, przeważnie nie rozgałęziający się; pień taki nazywamy kłodziną; na szczycie kłodziny znajduje się korona z olbrzymich, porozcinanych, skórzastych, długotrwałych liści; u niektórych palm liście te sięgają 20 metrów długości. Liście u palm są pochwiaste i pochwami obejmują kłodzinę; po pewnym czasie liście zamierają, opadają i pozostawiają wyraźne blizny; międzywęzła u palm nie wyrastają, liście więc są skupione obok siebie, tak że blizny po odpadłych liściach gęsto jedna okok drugiej pokrywają całą kłodzinę.

Ciekawymi również drzewami krain tropikalnych są figowce; jeden z tych gatunków, t. zw. figa świątnicowa (*Ficus religiosa*, rys. 132), uważana na Cejlonie, Jawie za drzewo święte, wyrasta początkowo jako drzewo o pniu smukłym, silnie rozrastającym się na grubość; boczne gałęzie figi wyrastają poziomo i wytwarzają liczne korzenie przybyszowe, powietrzne, które szybko rosną ku ziemi, wrastają w nią, rosną na grubość i tworzą rodzaj pnia podpierającego drzewo; zawdzięczając temu, figa może się tak rozrastać, że pod jej konarami, opartymi na grubych, podobnych do pni korzeniach, może się zmieścić cała wioska.

Mając w wilgotnych lasach tropikalnych nadmiar ciepła i wilgoci, rośliny muszą prowadzić walkę głównie o światło i przestrzeń. W związku z tem w lasach tropikalnych wytworzyły się dwa bardzo ciekawe typy roślin, a mianowicie pnącza (liany) i porośla (epifity).



Rys. 132. Figa świątnicowa, tworząca korzenie powietrzne. Z ogrodu botanicznego w Buitenzorgu na Jawie.

Z *Schimpera* — Pflanzengeographie.

Pnącza już poznaliśmy na przykładach fasoli, chmielu, winorośli i grochu; u nas ilość gatunków pnączy jest niewielka; natomiast w lasach tropikalnych ilość pnączy jest bardzo duża i są one bardzo różnorodnie zbudowane. Pnącza kielkują na dnie lasu tropikalnego, zakorzeniają się i przy pomocy haczykowatych kolców, zmienionych liści, pędów lub korzeni czepiają się drzew lub nawet innych pnączy; każde prawie drzewo jest oplątane przez liczne pędy, które bądź to zwieszają się jak girlandy, bądź przerzucają się z drzewa na drzewo, tworząc mosty i wysysuwając swe pędy ku światłu na sklepienie leśne. Przy takim wzroście pnącza mogą dochodzić nieraz do znacznej długości, np. palma t. zw. *Calamus* (rys. 133), częsta na archipelagu Malajskim i czepiająca się przy pomocy kolców, dochodzi do 200 metrów długości.

Porośla różnią się od pnączy tem, że kielkują i rozwijają się odrazu na korze drzew; nieraz całe drzewa lasów tropikalnych są wprost okryte bukietami porośli; hodowana u nas w pokojach trzykrotka (*Tradescantia*) lub filodendron są poroślami; rów-

niez liczne storczyki, paprocie (rys. 134) oraz niektóre kaktusy rosną na drzewach jako porośla; niektóre ze storczyków poroślowych, jak np. rosnący w obszarach tropikalnych Afryki storczyk *Taeniophyllum* (rys. 135), rozwijają korzenie taśmowate i wytwarzają zieleń, służą więc do przyswajania; inna porośl, t. zw. *Nudularium*, należąca do rodziny ananasowatych, rośnie w Ameryce tro-

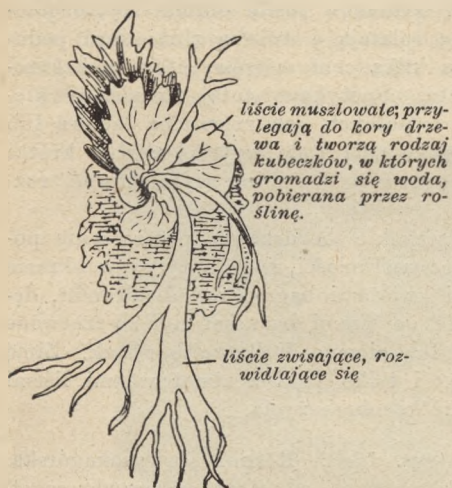


Rys. 133. Palma pnąca się, t. zw. *Calamus*, oplatająca inne drzewo; na wyspie Jawie.

pikalnej i ze swych liści tworzy rodzaj kubków, w których gromadzi się woda deszczowa; wodę tę roślina pobiera przy pomocy odpowiednio zbudowanych włosków na liściach.

Pomimo jednostajnych warunków w wilgotnych lasach tropikalnych drzewa również przechodzą tam okresy spoczynku, w których zrzucają liście i nie rosną; zjawisko to występuje nieregularnie i w różnych okresach czasu, tak że obok drzew bujnie rosną-

cych i zieleniących się swemi liśćmi spotykamy pojedyncze drzewa, pozbawione zupełnie liści; mimo więc tego, las tropikalny jest wiecznie zielony.



Rys. 134. Paproć poroślowa, zw. *Platycerium*; rośnie na archipelagu Malajskim; rysunek zrobiony z okazów Warszawskiego Ogrodu Botanicznego. Zmniejszone.



Rys. 135. Storzycz poroślowy, t. zw. *Tueniophyllum*, rosnący w obszarach tropikalnych Afryki; taśmowate jego korzenie wytwarzają zielenie i służą do przyswajania; liście na pędach kwiatonośnych rozwijają się w formie łusek.

Ćwiczenie 56. Przeczytać artykuł Raciborskiego „Życie pod równikiem” (Przyroda i technika. Rocznik II. Zeszyt IV, 1923 rok; wyszła w oddzielnej odbitce) oraz odpowiednie rozdziały z dzieła M. Siedleckiego „Jawa” (Warszawa 1913 rok).

6. Roślinność arktyczna obszarów północnych. Zupełnie odmienne przedstawiają się warunki życia w obszarach arktycznych, podbiegunowych na dalekiej północy; zima trwa tam długo, a w czasie niej gleba głęboko zamarza; okres letniej wegetacji, w którym temperatura przekracza kilka stopni (w zachodniej Grenlandji temperatura lipca wynosi przeciętnie $+6^{\circ}$), trwa zaledwie dwa do trzech miesięcy; również panują tutaj silne, wysuszające wiatry. Mimo to do ostatnich granic dalekiej północy, wszędzie, gdzie znajduje się ląd stały, podróżnicy spotykają rośliny kwitnące i owocujące. W warunkach tutaj niesprzyjających, zaledwie przekraczających minimum wymagań życiowych roślin, mogą się rozwijać tylko te rośliny, które są przystosowane do wykorzystania krótkiego okresu wegetacji. Cechą charakterystyczną roślinności tych obszarów jest przede wszystkim brak drzew wysokich; olbrzymie obszary, zwane tutaj tundrą, porastają drobnolistne karłowate krzewy, jak: brzozy, wierzby, rośliny wrzosowate, jak borówki, bagno, rododendrony, oraz mchy, poro-

sty i inne. Krzewy przez znaczną ilość miesięcy są pokryte śniegiem, a w okresie wegetacji są narażone na silne wiatry; gałązki ich płożą się przy ziemi, a tylko szczyty wznoszą się ku górze; wierzby np., na Nowej Ziemi dochodzą do czterometrowej długości, a gałązki swe wznoszą na kilka centymetrów ponad ziemię; drobne pędy niektórych gatunków roślin obficie się rozgałęziają, rozgałęzieniami mocno się ze sobą spletają i tworzą zbitą darń poduszczkowatą, której gałązki wyrastają na kilka centymetrów; liście tych krzewów są przeważnie zimozielone, skórzaste. Spotykano tutaj również i niektóre gatunki naszych roślin łąkowych i polnych, jak rzerzucha łąkowa lub skrzyp polny; natomiast rośliny jednoroczne należą do wyjątków; zbyt krótki jest okres wegetacyjny, aby w ciągu niego mogła roślina wykiełkować, rozwinąć się, zakwitnąć i wydać owoce.

Monotonny ten krajobraz, gdyż szerokie bezdrzewne przestrzenie pokrywa jedynie zielono-brunatny kobierzec roślinności, zostaje tylko w okresie kwitnienia roślin urozmaicony barwnymi kwiatami bagna, rododendronów, dębików i innych. Jesienią zaś urozmaica ją go swemi barwami ciemno-czerwone liście dębików, brunatno-zielone brzoź lub ciemno-fioletkowe borówek. Zimą następuje zmrok, rośliny pokrywa śnieg i tylko pąki z zimotrwałymi liśćmi przetrwają, by się rozwinąć znów na krótki okres życia.

7. Roślinność wysokogórska (rys. 136). Roślinność wysokogórska, podobnie jak roślinność obszarów podbiegunowych, odznacza się przede wszystkim krótkim okresem wegetacji. W górach jednak warunki życia są zmienne i zmieniają się niekiedy nawet na niewielkich przestrzeniach zależnie przede wszystkim od wzniesienia nad poziom morza. Okres wegetacji w wyższych położeniach jest o wiele krótszy niż w miejscach położonych niżej, tak np. w Tatrach na wysokości około 1200 metrów śnieg przeciętnie leży 6 miesięcy w roku, natomiast powyżej 2000 metrów śnieg leży około 9 miesięcy. W okresie wegetacji jeden z ważniejszych czynników życia, jakim jest ciepło, również jest niejednakowy, zmniejsza się on w miarę posuwania się ku górze (na każde 100 metrów ponad poziomem morza wznwyż temperatura powietrza obniża się o jakieś $0,5^{\circ}$ do $0,6^{\circ}$). Prócz tego na wyższych wzniesieniach powietrze jest bardziej rozrzedzone i zawiera mniej pary wodnej, skutkiem czego działanie promieni słonecznych jest silniejsze; wywołuje to szybsze parowanie roślin; parowanie to również może być spotęgowane przez panujące tu wiatry wysuszające; natomiast w nocy powietrze bardzo się oziębia i nawet w pełni okresu wegetacji nieraz spada niżej zera, tak że różnice temperatur dnia i nocy na wyższych wzniesieniach niekiedy są bardzo znaczne.

Zmienne więc warunki, jakie stwierdzamy, posuwając się od podnóża gór ku szczytom, wywołały zjawisko pionowego rozmieszczenia roślin; zjawisko to polega na tem, że na różnych wysokościach spotykamy rośliny przeważnie różne i odpowiednio przystosowane w swym rozwoju przede wszystkim do długości okresu wegetacji i warunków w tym okresie panujących.

Miejsca niżej położone (np. w Tatrach do wysokości 1545 metrów) objęły w posiadanie jednostajne lasy, tworzące t. zw. krainę regli; wyróżniamy przytem regiel niżej położony (regiel dolny) z bukiem i jodłą i regiel wyżej położony (regiel górny), w którym drzewem panującym jest świerk, miejscami modrzew lub limba. W miarę posuwania się ku szczytom, na

granicy regła górnego, świerk występuje rzadziej, tworzy formy niskie, karłowate, aż wreszcie przekraczamy granicę, w której warunki nie pozwalają na rozwój drzew. Powyżej regła górnego znaczne przestrzenie zajmuje gatunek karłowatej sosny, t. zw. kosówka, zwana jeszcze i kosodrzewiną; od niej kraina ta nosi nazwę krainy kosodrzewu; w niższych położeniach tej krainy kosówka tworzy duże, trudne do przebycia gąszcze, natomiast w wyższych położeniach staje się drobniejszą i występuje w rzadko rozrzuconych kępach. Powyżej miejsca, w którym mijamy ostatnie kosówki (w Tatrach na wysokości 1960 metrów)



Rys. 136. Szarotki na stokach górskich w Tatrach.

wkraczamy już w krainę górną alpejską i w krainę płatów śnieżnych; roślinność tu występująca jest przeważnie zielna, karłowata i tworzy albo trawiaste darnie poduszczkowate, albo też rośnie pojedynczo w szczelinach skalnych; panujące w tej krainie warunki są najmniej sprzyjające i najbardziej przypominają warunki życia w obszarach polarnych.

W poznanych przez nas warunkach, panujących w wyższych położeniach górskich, mogą egzystować tylko rośliny specjalnie do tych warunków przystosowane. Z roślin zielnych rozwijają się tutaj przede wszystkim rośliny trwałe o silnie rozwiniętym systemie korzeniowym, kłączowe, cebulkowe lub

bulwiaste, wskutek czego rośliny te, podobnie jak na stepie, budzą się do życia nagle i prawie równocześnie, a że życie w całej pełni trwa tu niedługo, więc i okresy kwitnienia poszczególnych gatunków roślin wypadają jednocześnie, co przy jaskrawych barwach kwiatów dodaje góróm wiele uroku; podobnie jak w obszarach podbiegunowych, rośliny jednoroczne są tu wyjątkami. Często formą roślin tutaj występujących są rośliny tworzące przyziemną różyczkę z liści, tulących się ku ziemi; w ten sposób roślina wyzyskuje ciepło nagrzaną słońcem skałę. Znaczna ilość roślin wysokogórskich posiada liście zimozielone, które mogą przyswajać zaraz po zejściu śniegu i tem bardziej wyzyskać krótki okres wegetacji. Prócz tego rozwijają się tu licznie rośliny, tworzące, podobnie jak na obszarach podbiegunowych, charakterystyczną darni poduszczkowatą, dzięki której są odporne na wiatry; rośliny te więc wyzyskują ciepło gleby i są ochronione przed nadmierną utratą wilgoci. Również przed nadmiernem parowaniem i chłodem rośliny chronią się przez wytwarzanie na liściach kutneru z włosków, jak np. szarotka (rys. 136); niektóre rośliny wytwarzają gruby nabłonek, liście kształtu szczeciowatego lub okrywają pędy przez zeschnięte liście z lat poprzednich. Znaczne przestrzenie w górach zajmują również krzewy: borówki, wrzosi, karłowate wierzby i inne; natomiast na nagich skalach lub piargach rośliny nie tworzą zwartej darni i rosną pojedynczo.

Roślinność gór wysokich odznacza się nie tylko podobieństwem kształtów i sposobów życia z roślinnością obszarów podbiegunowych, ale nawet spotykamy jedne i te same gatunki; tak np. pospolity w Tatrach dębik rośnie również na dalekiej północy, a na całej przestrzeni między Tatrami i obszarami podbiegunowymi nie spotykamy go wcale; natomiast znajdowano dębik, jako roślinę kopalną, nawet w okolicach Krakowa. Tłumaczymy sobie to wędrówkami roślin w t. zw. okresie lodowcowym¹⁾.

C. PASORZYTY I ROŚLINY OWADOŻERNE.

1. **Pasorzyty.** Rozpatrywane przez nas dotychczas rośliny posiadają zielone liście przyswajające, mające zdolność do wytwarzania potrzebnych do życia i rozwoju substancyj organicznych; rośliny te odżywiają się same; mówimy o nich, że są s a m o ż y w n e. Pewna jednak ilość roślin utraciła tę zdolność, rozwija się i żyje kosztem substancyj organicznych, wytworzonych przez inne rośliny; o roślinach tych mówimy, że są r ó ż n o ż y w n e i nazywamy je p a s o r z y t a m i. Za przykład pasorzyta może służyć pospolita u nas k a n i a n k a.

K a n i a n k a (*Cuscuta*, rys. 137) jest rośliną jednoroczną i wyrasta jako pnącze na innych roślinach, jak konieczyna, len, wierzba,

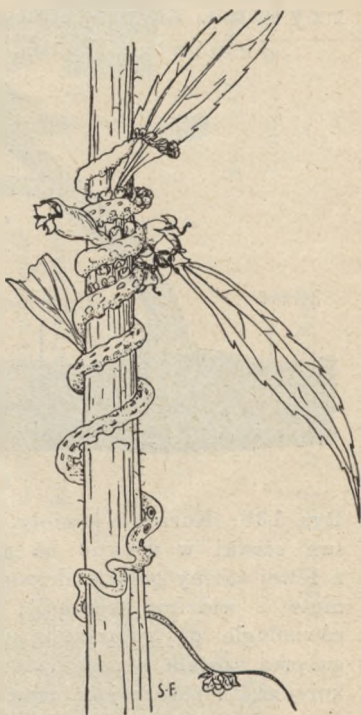
¹⁾ Jako lekturę do tego rozdziału polecić można K. Steckiego „Roślinność Tatr” w wydawnictwie „Krajobrazy roślinne Polski”; dotychczas wyszły 4 zeszyty (X — XIV); można również przejrzyć jako ćwiczenie tablice obrazujące w tych zeszytach roślinność Tatr. Jako przewodnik do roślinności Tatr może również służyć dziełko W. Kuleszy: „Ze świata roślinności tatrzańskiej”, Zakopane 1927.

chmiel lub pokrzywa. Wytwarza ona cienki, do dwóch metrów długi, blado-różowawy pęd, pokryty drobnymi listkami łuskowatymi i licznymi kwiatami; drobne kwiaty występują w pęczkach. Kanianka jest pnączem; pęd jej, podobnie jak u fasoli, obwija się wokół pędu innej rośliny; ale prócz tego kanianka wytwarza z pędu t. zw. ssawki, które wrasta w tkanki rośliny napastowanej, dochodzi do wiązek przewodzących i z tych wiązek pobiera z rośliny, na której wyrosta, wodę i substancję organiczną. Roślina napastowana, zwana żywicielem, nie może się skutkiem tego normalnie rozwijać i ginie; sama zaś kanianka nie rozwija liści przyswajających, lecz drobne listki łuskowate. Komórki kianianki prawie zupełnie nie posiadają zieleni (zaledwie ślady), nie może więc ona wytwarzać samodzielnie substancji organicznych; pobiera więc je z innej rośliny, żyje kosztem substancji, wytworzonej przez inne rośliny; mówimy o kianiance, że prowadzi żywot pasorzytniczy, że jest pasorzytem.

Pędy kianianki na zimę po wydaniu owoców z nasionami giną, wiosną po wykiełkowaniu nasion tworzy się korzeń i wydłużony, cienki pęd. Pęd ten posiada ciekawą zdolność: jeżeli nie napotka na żywiciela, to rośnie dalej, wytwarzając nowe komórki u szczytu kosztem komórek u dołu, które zamierają; w ten sposób kanianka przesuwają się, przyczem pędem wykonuje ruchy kołowe, by tem pewniej trafić na żywiciela i zapuścić w niego swe ssawki. Również i każdy oderwany kawałek pędu, przeniesiony w jakikolwiek sposób na inną roślinę, może w nią zapuścić swe ssawki i żyć jej kosztem. Kanianka napastuje rośliny uprawne, jak koniczynę, len i może wywołać wielkie szkody; koniczyna, napastowana przez kaniankę, ginie niekiedy na znacznych przestrzeniach.

Podobnie jak kanianka, pasorzytami u nas są zaraza (*Orobanche*), zapuszczająca swe ssawki w korzenie koniczyzny, łuskiwnik (*Lathraea squamaria*), pasorzytujący na korzeniach drzew i krzewów, i inne; rośliny te również nie rozwijają liści, posiadają drobne łuski oraz nie wytwarzają zieleni.

Szczególniej bogato rozwinęły się pasorzyty na dnie cienistych wilgotnych lasów tropikalnych; jednym z takich ciekawych pasorzytów jest *Rafflesia*, znaleziona po raz pierwszy przed stu laty na Sumatrze; roślina ta cał-

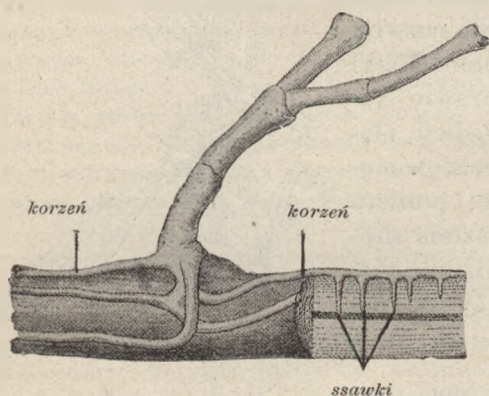


Rys. 137. Kanianka pasorzytująca na astrach w Warszawskim Ogrodzie Botanicznym. Nieco powiększone.

kowicie rozwija się w tkankach żywiciela i tylko w okresie kwitnienia tworzy nazewnątrz żywiciela bulwiaste pąki kwiatowe, z których rozwijają się olbrzymie, mające metr średnicy, cuchnące, o krwistej barwie kwiaty.

2. **Półpasorzyty.** Natomiast pewna ilość gatunków roślin, choć nawet i wytwarza zielone liście, a więc może przyswajać, jednak zapuszcza swe ssawki w tkanki innych roślin, skąd czerpie, zdaje się, tylko wodę i substancje mineralne. Rośliny takie nazywamy półpasorzytami. Za przykład półpasorzyta może służyć nasza jemioła.

Jemioła (*Viscum*, rys. 27 i 138) tworzy na drzewach liściastych i iglastych kuliste nieomal krzaczki, wyraźnie odcinające się wśród konarów drzew. Korzenie jemioły wrastają w korę żywiciela, rozrastają się w niej równolegle do obwodu i wypuszczają ssawki, które czerpią soki z tkanek przewodzących żywiciela. Nazewnątrz zaś jemioła wytwarza charakterystyczne widelkowate pędy z twardymi, skórzastymi liśćmi



Rys. 138. Korzenie jemioły, zapuszczające swe ssawki w drewno na gałązce sosny; z lewej strony gałązki drewno zostało usunięte i widzimy korzenie, przebiegające równolegle do gałązki; z prawej strony gałązka została przepołowiona — widzimy korzenie, zapuszczające ssawki w drewno.

stych i iglastych kuliste nieomal krzaczki, wyraźnie odcinające się wśród konarów drzew. Korzenie jemioły wrastają w korę żywiciela, rozrastają się w niej równolegle do obwodu i wypuszczają ssawki, które czerpią soki z tkanek przewodzących żywiciela. Nazewnątrz zaś jemioła wytwarza charakterystyczne widelkowate pędy z twardymi, skórzastymi liśćmi (ob. rys. 27, str. 38); liście te są zimotrwałe, t. j. na zimę nie opadają. Jemioła rośnie bardzo wolno. Ciekawą właściwość mają korzenie jemioły: rosną one w korze żywiciela równolegle do obwodu

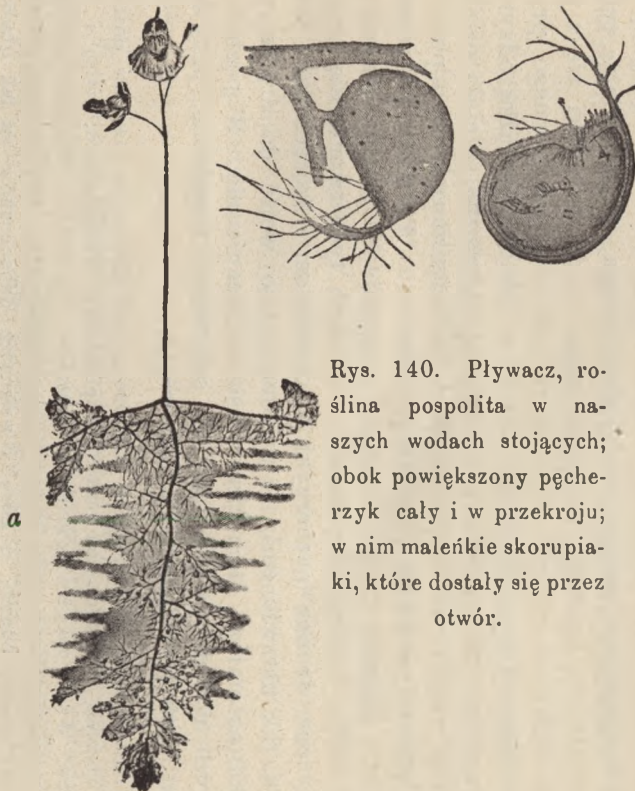
gałęzi i wytwarzają pąki; pąki te przebijają się przez korę, wystają nazewnątrz i dają początek nowym krzaczkom.

Jemioła, jak widzimy, posiada zielone liście, może więc przyswajać; pobiera ona jednak z żywiciela najprawdopodobniej soki mineralne, jest więc półpasorzytem; przytem, jak widzimy, jemioła jest poroślem; wyrasta bowiem i całe swe życie prowadzi na gałęziach i pniach drzew.

Znamy u nas szereg półpasorzytów, których ssawki wrastają w korzenie; do tych roślin należą pospolite na łąkach i w lasach pszeńce (*Melampyrum*), świetliki (*Euphrasia*), szelężniki (*Alectorolophus*) i inne.



Rys. 139. Rosiczka, roślina częsta u nas na torfowiskach: *a*—cała roślina, *b*—liść powiększony, ze schwytanym owadem.



Rys. 140. Pływacz, roślina pospolita w naszych wodach stojących; obok powiększony pęcherzyk cały i w przekroju; w nim maleńkie skorupki, które dostały się przez otwór.



Rys. 141. Dzbanechnik, roślina rosnąca dziko na archipelagu Malajskim.

ROŚLINY OWADOŻERNE.

3. **Rośliny owadożerne lub mięsożerne.** Odrębną grupę w odżywianiu się tworzą t. zw. rośliny owadożerne. Poznamy je na przykładzie powszechnie znanej rosiczki.

Rosiczka (*Drorera*, rys 139) rośnie u nas często na torfowiskach; długoogonkowe jej liście tworzą przyziemne różyczki, ze środka których wyrastają drobne, u góry zgięte kwiatostany. Liście rosiczki o okrągłej blaszce liściowej zawierają zieleń oraz posiadają liczne różowe gruczołki, błyszczące w słońcu, jak rosa. Jeżeli o liść rosiczki zaczepi się lub na tym liściu usiądzie drobny owad, przykleja się do lepkiej cieczy, wydzielanej przez gruczołki; podrażnione gruczołki zginają się szybko ku środkowi liścia i pokrywają całe ciało owada; gruczołki wytwarzają specjalne soki trawienne, podobne do tych, jakie wydziela żołądek organizmu zwierzęcego; przy pomocy tych soków roślina zjada ciało owada, pozostawiając tylko jego zewnętrzną powłokę; po strawieniu owada gruczołki się z powrotem odchylają. Obok więc odżywiania się samożywnej przez wytwarzanie substancyj organicznych w liściach rosiczka odżywia się jeszcze kosztem już gotowej substancji organicznej z ciała owada.

Inny sposób chwytania owadów możemy zauważyć u pospolitego u nas pływacza (*Utricularia*, rys. 140). Pływacz jest rośliną wodną, nie posiada zupełnie korzeni i rozwija liście porozcinane na cienkie, zielone, nitkowate listki; na liściach tych tworzą się charakterystyczne drobne pęcherzyki z otworkiem i szczecinkami przy otworze, tak ustawionymi, że owadom łatwo wejść do środka pęcherzyka, natomiast niemożliwe jest wydostanie się. W pęcherzykach tych również wydzielają się substancje trawienne, przy pomocy których roślina zjada ciało owada.

Wreszcie bardzo oryginalne urządzenie do chwytania owadów posiada roślina, rosnąca w wilgotnych lasach tropikalnych Madagaskaru, Indyj i Australji, zw. dzbanecznikiem (*N. penthes*, rys. 141). Na końcach liści dzbanecznika wytwarzają się duże, barwne dzbanuszki, zaopatrzone u góry w wieczko; ścianki boczne u góry i wewnątrz dzbaneczków są tak gładkie, że niema mowy, aby owad, dostawszy się do środka, mógł wypełznąć. Na dnie dzbaneczka znajduje się ciecz, w której schwytyany owad tonie i przeważnie zostaje strawiony.

Ćwiczenie 58. Przejrzeć budowę kaniarki, jemioly, zdać sobie sprawę z ich budowy i sposobu życia podług powyższego wykładu; wyszukać w danej okolicy pasorzyty i półpasorzyty.

Ćwiczenie 59. Przejrzeć budowę rosiczki i pływacza i zdać sobie sprawę z ich budowy i sposobu życia.

CZEŚĆ III ¹⁾.

ROZMNAŻANIE SIĘ I SYSTEMATYKA ROŚLIN KWIATOWYCH.

OGÓLNE POJĘCIE O BUDOWIE KWIATÓW I ROZMNAŻANIU SIĘ ROŚLIN.

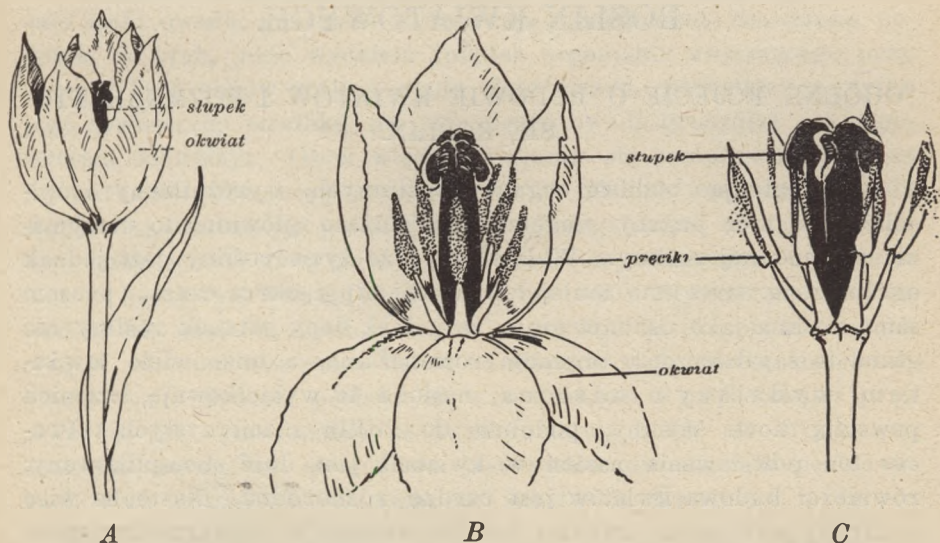
Rozpatrując budowę organów roślinnych, wyróżniliśmy i opisaliśmy w nich organy wegetatywne, służące głównie do utrzymania życia danej rośliny. Widzieliśmy, że życie rośliny jest jednak ograniczone; trwa ono mniej lub więcej długi okres czasu, poczem sama roślina jako osobnik ginie; że jednak dany gatunek rośliny nie ginie, to zawdzięczamy organom rozmnażania, a mianowicie kwiatom, wydającym nasiona; nasiona te wykiełkują i z nich powstają nowe rośliny, podobne do roślin macierzystych. Proces ten powstawania nasion w kwiatach jest dość skomplikowany; również i budowa kwiatów jest bardzo różnorodna. Następne więc rozdziały poświęcimy poznaniu budowy kwiatów i wytwarzaniu nasion.

¹⁾ Podobnie jak obie części poprzednie, i ta część powinna być oparta przedewszystkiem na ćwiczeniach, opartych na przytoczonych wykładach i załączonych rysunkach; aby uniknąć powtarzania się, w tej części oddzielnie ćwiczeń nie podajemy. Rośliny podane są u nas bardzo pospolite (prócz palm gdyż fuksja jest bardzo często hodowana i można ją dostać w odpowiedniej ilości); przy pierwszych roślinach (mniej więcej aż do pokrzywy, str. 178) za punkt wyjścia wzięto kolejność ich występowania (prócz sosny i ostróżki, które należałoby oglądać na okazach zasuszonych). Na wykładach mogą być przerobione niektóre rośliny, pozostałe zaś na wycieczkach. Prócz tego jako ćwiczenie może służyć określanie roślin i ewentualnie poznawanie innych, w podręczniku niniejszym nie uwzględnionych rodzin podług wymienionych na str. 10 kluczków (w dopisku). Jako pomoc przy ćwiczeniach mogą służyć „Ćwiczenia z morfologii roślin”, t. 2, napisane przez autora niniejszego podręcznika.

Kwiaty mają dla nas jeszcze inne znaczenie; opierając się bowiem przedewszystkiem na budowie kwiatów, klasyfikujemy rośliny, to zn. podobne do siebie gatunki układamy w rodziny, podobne rodziny w rzędy, rzędy w klasy, klasy w gromady. Poznając więc budowę kwiatów, zaznajomimy się jednocześnie z charakterystyką najpospolitszych i najważniejszych rodzin oraz rzędów.

1. Kwiat tulipana (*Tulipa Gesneriana*).

a) BUDOWA ZEWNĘTRZNA (rys. 142 — 144). Okwiat. Kwiat tulipana wytwarza się na szczycie ulistnionego pędu rocznego, który podobnie jak u cebuli kuchennej rozwija się z trwałej cebulki pod-



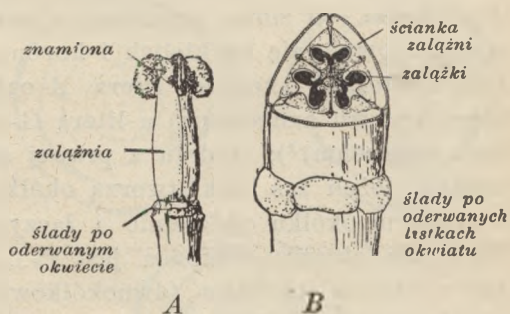
Rys. 142. Kwiat tulipana: *A*—pęd tulipana, zakończony kwiatem; *B*—kwiat z odchylonym okwiatem; *C*—ten sam kwiat po oderwaniu okwiatu.

ziemnej. Kwiat składa się przedewszystkiem z sześciu dużych barwnych listków, tworzących okwiat. Przy odrywaniu listków okwiatu widać wyraźnie, że trzy z nich leżą nazewnątrz, tworząc t. zw. okółek zewnętrzny, trzy leżą wewnątrz, tworząc okółek wewnętrzny; mówimy, że listki okwiatu tulipana tworzą okwiat dwu. okółkowy (dwa okółki), trójkrotny (po trzy listki w okółku); również widzimy, że każdy listek okwiatu wewnętrznego leży między listkami okwiatu zewnętrznego; o takim ułożeniu listków w kwiatach mówimy, że jest międzyległe. Podobne międzyległe ułożenie liści w sąsiadujących okółkach widzieliśmy u jasnoty (str. 7).

Pręcikowie (rys 143). Wewnątrz kwiatu widzimy sześć dużych pręcików; pręciki razem tworzą t. zw. pręcikowie. I w pręcikowiu pręciki są ułożone w dwóch okółkach, po trzy pręciki w każdym okółku; pręcikowie jest więc, podobnie jak okwiat, dwuokółkowe, trójkrotne, przyczem również wyróżniamy okółek pręcików zewnętrzny i okółek pręcików wewnętrzny. Okółki pręcików są w stosunku do siebie międzyległe; również przylegające do siebie okółki: wewnętrzny okwiatu i zewnętrzny pręcikowia, są ułożone międzyległe. Każdy pręcik składa się z dość dużej płaskiej nitki i dwóch pylników, zwróconych ku środkowi kwiatu, połączonych ze sobą t. zw. łącznikiem.



Rys. 143. Pręcik z kwiatu tulipana: A — widziany z zewnątrz; B — z przekrojone- mi pylnikami.



Rys. 144. Słupek z kwiatu tulipana: A — widziany z boku, powiększony 2 razy; B — z przekrojoną zalążnią w celu uwidocznienia komór z zalążkami. Powiększone 3 razy.

Słupek (rys. 144). W środku kwiatu znajduje się jeden dość duży, zielony, trójścienny słupek, zakończony trzema lepkimi, białawymi wyrostkami, t. zw. znamionami. Rozkroiwszy poprzecznie i podłużnie słupek, znajdujemy wewnątrz niego trzy podłużne komory, oddzielone od siebie ściankami; w każdej komorze znajdują się liczne zalążki, które wyrastają wzdłuż dwóch prostych; te miejsca w zalazni, z których wyrastają zalążki i są przyczepione do ścian, nazywamy łożyskiem. Badania wykazują, że słupek u tulipana składa się z trzech listków, dźwigających zalążki; listki te nazywamy owocolistkami; każdy z tych owocolistków jest zwinięty do środka kwiatu i zrosnięty brzegiem, a wszystkie trzy razem są ze sobą zrosnięte bocznymi ściankami. Owocolistki więc u tulipana tworzą okółek trójkrotny; również widzimy, że i owocolistki są międzyległe w stosunku do sąsiedniego z niem okółka wewnętrznego pręcikowia.

Budowa wewnętrzna owolistków jest podobna do budowy wewnętrznej liścia; tkanka mięsista nie jest jednak wyróżniana; przez komórki mięsiste owolistków u tulipana przebiegają podłużne wiązki przewodzące.

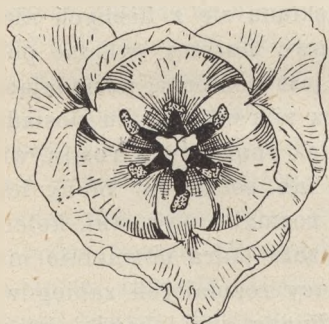
Kwiaty tulipana są wzniesione ku górze; listki okwiatu rozchylają się tylko w dni słoneczne; na noc listki te stulają się i zamykają wnętrze kwiatu; również i w dni słotne listki nie rozchylają się i kwiat pozostaje zamknięty.

b) WZÓR KWIATU. Budowę kwiatów możemy zwięźle przedstawić przy pomocy t. zw. wzoru systematycznego. W tym celu części kwiatów oznaczmy przy pomocy liter, oznaczających: P —okwiat (od słowa greckiego — perigon), a w razie jeżeli okwiat wyróżnicowuje się na kielich i koronę, to literą K oznaczamy kielich, a literą C —koronę; literą A oznaczamy pręcikowie (od greckiego wyrazu androceum) a literą G —słupkowie (od greckiego wyrazu gynoecium)¹⁾; u dołu z prawej strony oznaczamy ilość danych listków, jeżeli zaś listki tworzą okółki, to oznaczamy ilość listków w każdym okółku oddzielnie i łączymy znakiem $+$; w ten sposób wzór dla okwiatu tulipana jest P_{3+3} , to znaczy, że okwiat składa się z dwóch okółków (dwuokółkowy), po trzy listki w okółku (trójkrotny); podobnie będzie się przedstawiał wzór pręcikowia A_{3+3} ; słupkowie u tulipana, jak wiemy, składa się z jednego słupka, powstałego ze zrostu trzech owocolistków; oznaczamy go więc przez $G_{(3)}$, przyczem dla zaznaczenia, że listki są ze sobą zrosnięte ujmujemy je w nawiasy. Jeżeli teraz złączymy wzory poszczególnych części kwiatu, to otrzymamy następujący wzór kwiatu tulipana $P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)}$; jak widzimy ze wzoru, kwiat tulipana jest pięciookółkowy, trójkrotny.

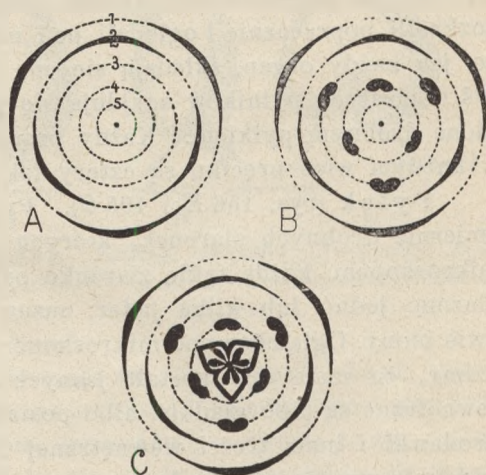
c) NARYS KWIATU (rys. 145 i 146). Wzór systematyczny kwiatów przedstawia nam jedynie ilość poszczególnych części lub ilość okółków w kwiecie, natomiast nie mówi nic, jak są ułożone w stosunku do siebie poszczególne części kwiatów; to ułożenie kwiatu przedstawiamy znów przy pomocy t. zw. narysu albo diagramu. W celu zrobienia narysu, rysujemy tyle kółek współśrodkowych, ile ma kwiat okółków (jak na rys. 146 A) i na każdym kółku kolejno oznaczamy listki danego okółka, idąc od zewnątrz ku

¹⁾ Podajemy litery ogólnie przyjęte w podręcznikach; oczywiście, można też podawać litery od nazw polskich: Kl (kielich), Kr (korona), P (pręcikowie) i S (słupek lub słupkowie).

środkowi kwiatu; a więc na zewnętrznym kółku (1) oznaczamy listki zewnętrznego okółka okwiatu; na następnym kółku (2) oznaczamy listki okółka wewnętrznego okwiatu, przyczem zaznaczamy międzygłość tych okółków; na następnych okółkach w ten sam sposób zaznaczamy oba okółki pręcików i w środkowym kółku trójkomorowy słupek z zalążkami; zalążki oznaczamy tylko po dwa w każdej komorze, gdyż tyle ich widać w przekroju poprzecznym słupka; w gruncie rzeczy, jak wiemy, w każdej komorze znajduje się dużo zalążków. W ten sposób otrzymujemy t. zw. narys kwiatu. Ponieważ, jak mówiliśmy, systematyka roślin kwiatowych opiera się na budowie kwiatów, więc narys i wzór systematyczny kwiatu mają wielkie znaczenie systematyczne i stale będziemy się nimi posługiwali.



Rys. 145. Kwiat tulipana, widziany z góry; widzimy dokładnie okółkowe ułożenie listków; w środku oznaczone białą trzema znamionami (porównaj rys. 146 C).



Rys. 146. Wykonywanie narysu kwiatu tulipana: A — w kółkach oznaczone oba okółki okwiatu (zewnętrzny 1 i wewnętrzny 2); w B — dorysowano oba okółki pręcikowia (zewnętrzny na kółku 3, wewnętrzny na kółku 4); C — cały narys po dorysowaniu słupka w środku (porównaj rys. 145).

d) SYMETRIA I PRAWIDŁOWOŚĆ W BUDOWIE KWIATÓW TULIPANA. Jak już z budowy kwiatów tulipana wynika, a co szczególnie dokładnie widzimy w narysie, kwiaty tulipana mają symetrię promienistą, to znaczy, że w każdym okółku listki są jednakowe i są ułożone równomiernie tak, że gdybyśmy przecinali kwiat podłużnie przez jego środek (przez środek słupka), otrzymalibyśmy zawsze dwie połówki zupełnie jednakowe. Prócz tego w kwiatach tulipana widzimy jeszcze kilka prawidłowości; listki kwiatów występują w okółkach,

o równej ilości listków w każdym okółku; listki okwiatu są zawsze ułożone w pewnym następstwie, to znaczy, że zawsze nazewnątrz są położone listki okwiatu, dalej do wewnątrz znajduje się pręcikowie i stale w środku słupek; prawidłowość tę spotykamy we wszystkich kwiatach u roślin, wytwarzających w kwiatach okwiat, pręciki i słupki; następnie prawie zawsze listki sąsiednich okółków są do siebie międzyległe. Pylniki pręcików, za nielicznymi wyjątkami, są zwrócone ku wewnątrz kwiatu; ku wewnątrz kwiatu również są zrosnięte i owocolistki słupka.

e) BUDOWA PRĘCIKÓW. ZAPYLANIE ROŚLIN (rys. 143). Główną częścią pręcików są pylniki. Gdybyśmy pylniki u tulipana rozkroili poprzecznie i oglądali pod mikroskopem, to znaleźlibyśmy, że, jak każdy organ, składają się one z licznych komórek; wewnątrz zaś dojrzałych pylników znajdują się po dwie duże komory, wypełnione drobnym pyłkiem. Każdy pręcik u tulipana ma dwa pylniki, w każdym więc pręciku są cztery takie komory.

Pyłek (rys. 156 *E* i 195 *C*). Pyłek składa się z licznych niezmiernie drobnych ziarenek, których budowę możemy oglądać pod mikroskopem; każde takie ziarenko pyłku jest komórką, posiadającą plazmę, jedno lub kilka jąder; nazewnątrz ziarenko pyłku posiada dwie błony. Oglądając pod mikroskopem pyłek rozmaitych roślin, widzimy, że mają one kształt jasnych kul lub soczewek; błony ich zewnętrzne są albo gładkie, albo posiadają rozmaite wyrostki, kolce, brodawki i inne; treści wewnętrznej zwłaszcza jądra normalnie nie widzimy; wyróżniamy je dopiero przy pomocy rozmaitych zabiegów.

Pęknięcie pylników. Pyłek u tulipana, jak i każdej innej rośliny, musi być przeniesiony na znamię słupka innego osobnika. Ziarenko więc pyłku musi się przedewszystkiem wydostać nazewnątrz z zamkniętych komór pylnikowych; u tulipana komory te pękają szparami podłużnymi, dzięki pewnym odpowiednio zbudowanym komórkom, tworzącym ścianki pylników. Po wysypaniu się pyłku rola pręcików się ukończyła i u tulipana, jak u większości roślin, pręciki po wydaniu pyłku więdną i odpadają.

Zapylanie. Gdybyśmy dokładnie obserwowali kwiaty tulipana, to zobaczylibyśmy, że kwiaty te są licznie odwiedzane przez owady, głównie pszczoły i trzmiele. Owady te są zwabiane dużemi barwnymi listkami okwiatu i wonią. Odwiedzając kwiat, owady jednocześnie ocierają się o pęknięte pylniki, przyczem pyłek obsypuje ciało owada; jeżeli teraz owad przefrunie na inny kwiat tulipana, to swem ciałem otrze się o znamię słupka, zostawi na nim

ziarenka pyłkowe i, jak to mówimy, zapyli słupek. To przeniesienie pyłku z pręcików na słupek przy pomocy owadów, jak u tulipana, lub ptaków, wiatru, a nawet wody u innych roślin nazywamy zapyłaniem¹⁾. U tulipana, jak u większości roślin, pyłek bywa przeniesiony z jednego kwiatu na słupek innego kwiatu; to bardzo ciekawe zjawisko nazywamy krzyżowem zapyleniem. Znane są jednak i takie wypadki, że pyłek pada na znamię słupka tej samej rośliny; to zjawisko nazywamy samozapyleniem.

f) ZAPŁODNIENIE.

Budowa zalążków (rys. 147). Zalążek u tulipana jest bardzo drobny, tak że jego budowę dokładnie możemy poznać, patrząc na niego pod mikroskopem. Składa się on z licznych komórek, głównie mięksiszowych. Do łożyska zalążni



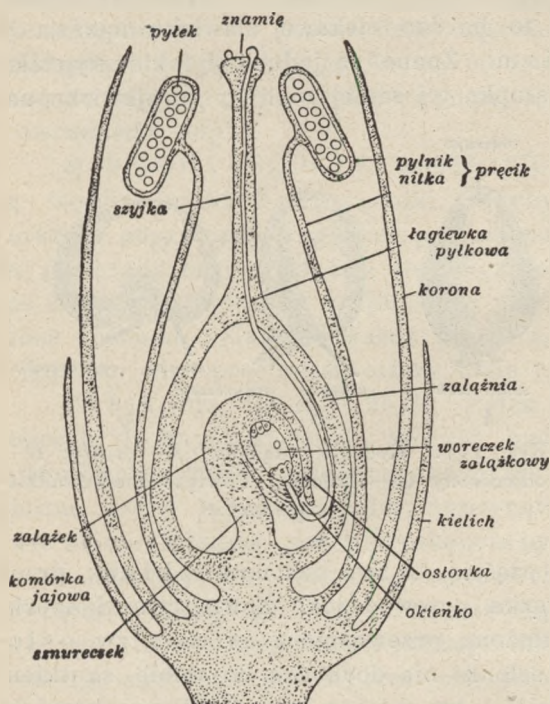
Rys. 147. Rodzaje zalążków: A—prosty; B—odwrócony; C—skręcony. Powiększone kilkadziesiąt razy.

jest przyrośnięty zwężoną częścią, t. zw. sznureczkiem; przez sznureczek przechodzi wiązka przewodząca. Zewnętrzne komórki zalążka tworzą okrywę, złożoną przeważnie z dwóch t. zw. osłonek; na szczycie zalążka osłonki nie dochodzą do siebie, skutkiem czego tworzy się zagłębienie, t. zw. okienko. Środkowe komórki zalążka tworzą t. zw. ośrodek. U tulipana, jak u wielu gatunków roślin, zalążek jest zgięty w ten sposób, że okienkiem zwraca się ku nasadzie sznureczka, a tem samem i do łożyska (tego rodzaju zalążek widzimy również na rys. 151); nazywamy go odwróconym; u niektórych gatunków roślin, jak np. u gryki (str. 177), zalążek jest prosty, t. j. okienkiem zwrócony w stronę przeciwną, niż sznureczek; bywa również i zalążek o budowie pośredniej, t. j. skręcony. W dojrzałym zalążku wśród komórek ośrodka wyróżnia się jedna duża komórka kilkujądrowa, tak zw. woreczek zalążkowy; wokół jąder tworzą się błony i w woreczku zalążkowym po-

¹⁾ Zapylenie roślin kwiatowych jest najciekawszem zagadnieniem w biologii kwiatów; będziemy stale je poruszali w ciągu omawiania budowy poszczególnych gatunków roślin. Jako lekturę dopełniającą polecamy znakomicie i przystępnie napisaną książkę: „Życie kwiatów” prof. Szafera (Lwów 1927).

wstaje kilka komórek, z których najważniejsza jest t. zw. komórka jajowa.

Zapłodnienie (rys. 148). Kiedy ziarenko pyłku padnie na znamię słupka, błona zewnętrzna ziarenka pęka, a treść wyrasta w postaci t.



Rys. 148. Przebieg zapłodnienia u roślin kwiatowych, przedstawiony schematycznie; widzimy pyłek, kiełkujący na znamieniu i zapuszczający swą łagiewkę przez szyjkę do zalążni i zalążka; komórka środkowa, leżąca nad okienkiem, jest komórką jajową; zalążek jest odwrócony.

zw. łagiewki pyłkowej; łagiewka pyłkowa przenika między komórkami przez szyjkę do zalążni i trafia swym szczytem do okienka zalążka. W łagiewce pyłkowej znajdują się między innymi dwa jądra, z których jedno przenika do komórki jajowej w woreczku zalążkowym i tam się zlewa z jej jądrem. Ten proces zlewania się jąder łagiewki pyłkowej i komórki jajowej w woreczku zalążkowym, proces niezmiernie ważny dla życia, nazywamy zapłodnieniem. Zapłodniona komórka zaczyna się dzielić, z niej wytwarza się zarodek w nasieniu, a później cała roślina. Osobnik więc nowy, powstały

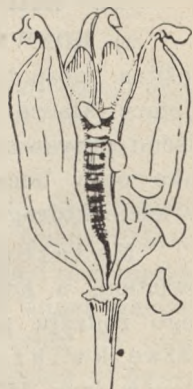
z plazmy dwóch osobników rodzicielskich, dziedziczy ich właściwości i cechy. W ten sposób żywa plazma w roślinach przechodzi z pokolenia na pokolenie, przenosząc i utrzymując cechy danego gatunku.

Powstawanie bielma. Jednocześnie drugie jądro łagiewki pyłkowej zlewa się z jądrem środkowym woreczka zalążkowego; z podziału tego powstaje znaczna ilość komórek, które wypełniają się doprowadzonymi z rośliny macierzystej substancjami pokarmowymi; substancje pokarmowe zostają doprowadzone do woreczka za-

lązkowego wiązkami przewodzącymi w owocolistkach i w sznureczku zalążka; komórki, wypełnione substancjami pokarmowymi, tworzą znaną nam tkankę, zwaną bielmem. Bielmo u niektórych gatunków roślin może być zużyte przez zarodek w pierwszych okresach swego rozwoju, przed dojrzewaniem nasion; niema go więc wtedy w dojrzałym nasieniu; nasiona te dlatego nazywamy bezbielmowymi; takie bezbielmowe nasiona widzieliśmy już u fasoli i grochu. U innych gatunków roślin, jak np. u pszenicy i jaskra, bielmo wypełnia prawie całe dojrzałe nasienie, zarodek zaś zajmuje tylko nieznaczną jego część; nasiona te nazywamy bielmowymi.

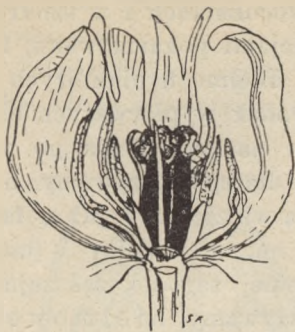
W ten sposób z zalążków przy współudziale pyłku powstają nasiona. Słupek więc i pręciki, wydające pyłek, odgrywają główną rolę przy rozmnażaniu roślin, gdyż w nich wytwarzają się komórki rozrodcze.

g) OWOC I NASIENIE (rys. 149). Po zapyleniu i zapłodnieniu okwiat i pręciki w kwiecie tulipana opadają i ze słupka tworzy się owoc z licznymi nasionami. Ścianki słupka u tulipana schną i zamieniają się w t. zw. owocnię owoców. Nasiona po dojrzeniu muszą się znaleźć w warunkach odpowiednich, aby wykiełkować. Przedewszystkiem więc jak u tulipana, u którego w owocu znajduje się wiele nasion, nasiona te muszą się z owocni wydostać i być w jakiś sposób rozsiane, aby kiełkować zdala od siebie. Po dojrzeniu owocu tulipana owocnia pęka na trzy części wzdłuż szwów słupka i wtedy nasiona się rozsypują. Jak to później zobaczymy, owoce u różnych gatunków roślin są przeważnie rozmaicie zbudowane; sposób ich rozsiewania lub rozsiewania ich nasion jest bardzo różnorodny; wyróżniamy więc rozmaitego rodzaju owoce. Tego rodzaju owoc, jak u tulipana, powstały ze słupka trójkrotnego, o owocni suchej, pękającej na trzy części, nosi nazwę *torbki*.



Rys. 149. Owoc tulipana, z którego wypadają nasiona.

h) ISTOTA KWIATU (rys. 150). Wśród kwiatów tulipana niekiedy możemy znaleźć kwiaty nieco inaczej zbudowane; w niektórych kwiatkach listki dolnej okrywy są zielonkawe, niekiedy od siebie odsunięte i łączą w sobie cechy zarówno liści przyswajających, jak i listków okwiatu; listki te są ustawione, podobnie jak liście na pędzie, t. j. skrętolegle; podobne przejścia znajdziemy między listkami okwiatu i pręcikami, a również i słupki niekiedy mają owoco-



Rys. 150. Okaz tulipana, w którym widzimy (zwłaszcza z prawej strony) przejścia od okwiatu do pręcików; listki te mają budowę listków okwiatu oraz pylniki. Wielkość naturalna.

listki niezrośnięte i zalążki nieokryte, widoczne. To przejście od liści przyswajających do listków okwiatu oraz listków okwiatu do pręcików wskazuje nam, że kwiat jest również pędem, o skróconych międzywęźlach, którego listki jedne są płonne (u tulipana listki okwiatu), drugie natomiast dźwigają organy rozmnażania (pręciki i słupki). Wszystkie listki na kwiecie wyrastają na skróconej łodyżce, którą nazywamy dnem kwiatowym.

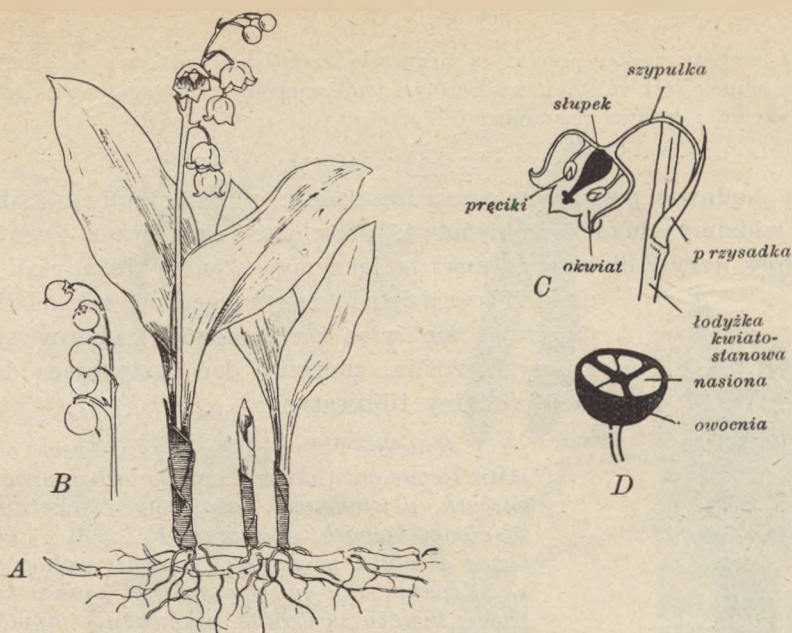
1a. Rośliny o budowie kwiatów podobnych do tulipana.

a) KONWALJA (*Convallaria maialis*, rys. 151)¹⁾. Piękna ta roślina, pospolicie występująca w suchych lasach, wytwarza podziemne kłącze oraz pędy nadziemne z dużymi, dwoma lub trzema liśćmi przyswajającymi i białymi wonnymi kwiatami, wyrastającymi jako pędy boczne w kącie drobnego łuskowatego listka; taki liść, w kącie którego wyrasta kwiat, nosi nazwę przysadki.

Kwiatostan. U tulipana szczyt pędu był zakończony jednym kwiatem, u konwalji zaś pęd kwiatonośny posiada kilka kwiatów; tego rodzaju pęd, dźwigający mniej lub więcej liczne kwiaty, nosi nazwę kwiatostanu; rozróżniamy przytem kilka typów kwiatostanów (rys. 157). U konwalji kwiatostan jest zbudowany w ten sposób, że na pędzie głównym wyrastają jako pędy boczne pojedyncze kwiaty na mniej lub więcej długich szypułkach; tego rodzaju kwiatostan nosi nazwę groniastego; prócz tego u konwalji kwiaty zwieszają się ku dołowi i są zwrócone w jedną stronę.

Kwiaty. Wonne, białe kwiatki mają budowę podobną do tulipana (prawie ten sam wzór i ten sam narys), tylko że oba okółki okwiatu są zrośnięte i tworzą rodzaj dzwoneczka z sześcioma ząbkami; wewnątrz dzwoneczkowatego okwiatu znajdujemy sześć pręcików i jeden trójkrotny, trójkomorowy słupek.

¹⁾ Podobnie jak tulipan, możemy również otrzymać konwalję już bardzo wczesną wiosną u ogrodników.

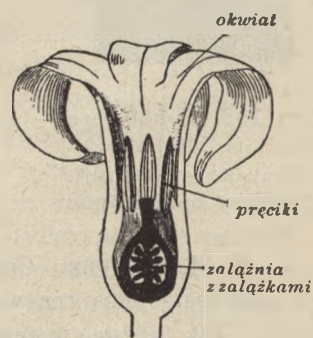


Rys. 151. Konwalia: *A*—konwalia z kłaczami, liśćmi przyswajającymi i kwiatami; *B*—owoce; *C*—łodyżka kwiatostanowa z przysadką, szypułką i kwiatem przekrojonym wzdłuż; *D*—owoc w przekroju poprzecznym.

Zapylenie i owoce. Wonne kwiaty konwalji są zapylane przez owady; po zapyleniu okwiat i pręciki odpadają, ścianki zalążni rozrastają się, wypełniają się obficie sokiem, mięśnieją i przybierają czerwone zabarwienie. Tego rodzaju owoc, w którym ścianki zalążni przekształcają się w mięsistą, soczystą owocnię, zaliczamy do owoców mięsistych i nazywamy jagodą (u tulipana owocnia w owocu była sucha). Czerwone jagody konwalji są zjadane przez ptaki, które, pożerając owoce, jednocześnie przenoszą nasiona i rozsiewają je.

b) **HIACYNT** (*Hyacinthus orientalis*, rys. 152). Hiacynt jest rośliną powszechnie hodowaną w doniczkach; dziko rośnie na stepach południowo-wschodniej Europy i Małej Azji. Z podziemnej cebulki wyrasta pęd ulistniony z licznymi wonnymi kwiatami, tworzącymi, podobnie jak u konwalji, kwiatostan groniasty.

Kwiaty hiacyntu są podobnie ułożone jak kwiaty tulipana, różnią się natomiast barwą oraz tem, że listki okwiatu są ze sobą u dołu zro-



Rys. 152. Kwiat hiacyntu w przekroju podłużnym; powiększony.

śnięte w rozdętą rurkę; pręciki są przyrosłe szerokimi nitkami do listków okwiatu; słupek jest również trójkrotny i trójkomorowy z rozszerzoną zalaznią, krótką szyjką i trzema znamionami.

W budowie poznanych przez nas roślin: tulipana, konwalji i hiacyntu widzimy dużo podobieństwa: prawie ten sam wzór kwiatów i podobny narys; dlatego gatunki te łączymy w jedną dużą rodzinę liljowatych, nazywającą się tak od lilji. Opierając się więc na budowie kwiatów tych i innych roślin, możemy dać następującą definicję rodziny liljowatych:

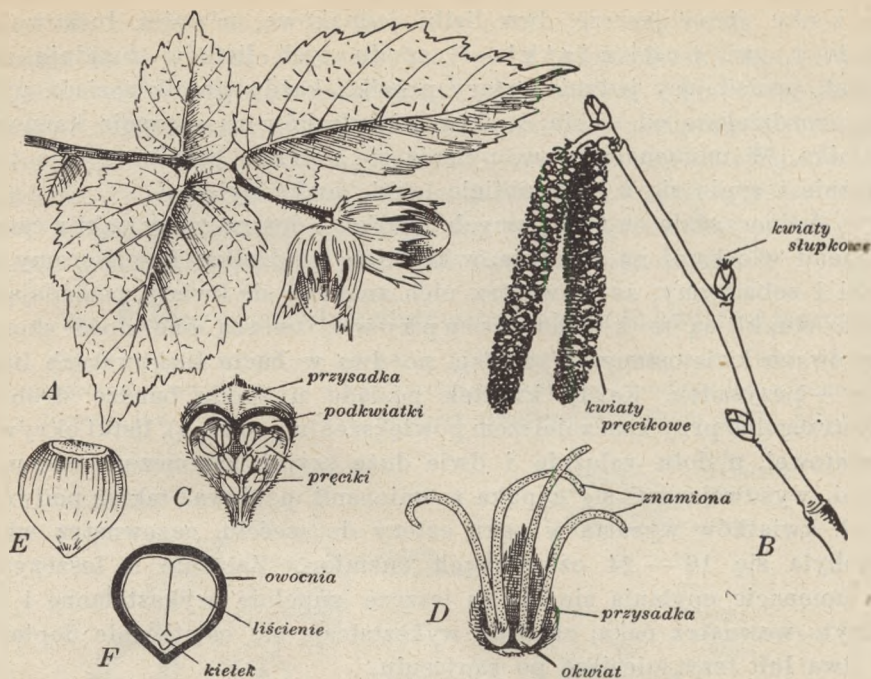


Rys. 153. *Xanthorrhoea australis*, drzewo występujące w Australji. Znacznie zmniejszone.

Rodzina liljowatych (*Liliaceae*) obejmuje liczne gatunki roślin o kwiatach promienistych, u większości gatunków trójkrotnych, pięciookółkowych, o wzorze $P_3 + 3 A_3 + 3 G_{(3)}$; listki okwiatu mogą być zupełnie wolne, jak u tulipana, albo ze sobą zrosnięte, jak u konwalji; kwiaty są wonne, przeważnie zapylane przez owady, owocem jest torebka (tulipan) albo jagoda (konwalja). U nas do tej rodziny należą jedynie byliny, tworzące albo podziemne kłącza, jak np. konwalja, albo cebulki, jak np. tulipan, lilje, cebula kuchenna i inne. Do rodziny tej zaliczamy również drzewa, rosnące w obszarach ciepłych, jak np. *Iraea* w Afryce, *Jukka* w Ameryce, *Xanthorrhoea* w Australji (rys. 153) i inne; wiele roślin z tej rodziny, jak np. tulipan, hiacynt, lilje i inne, hoduje się u nas w ogrodach lub w pokojach dla pięknych kwiatów; uprawia się również warzywa takie, jak cebula jadalna, czosnek lub szparug.

Rodzina liljowatych wyróżnia się jeszcze tem, że w nasionach w zarodku wytwarza tylko jeden liścień; zaliczamy więc ją do klasy jednoliściennych (*Monocotyledones*).

2. Leszczyna (*Corylus avellana*, rys. 154). Leszczyna należy do najczęstszych krzewów, tworzących w lasach naszych gęste zarośla. Już późną jesienią, kiedy liście z drzew opadną, tu i owdzie na gałązkach możemy dojrzeć obok drobnych jajowatych pąki wydłużone, wałeczkowate, ciemnobronzowe po dwa lub trzy obok siebie. Jak każde drzewo naszego klimatu, leszczyna przetrwa zimę



Rys. 154. Kwiaty i owoce leszczyny: *A* — gałązka latem z liśćmi przyswajającymi i owocami; *B* — gałązka wczesną wiosną z kwiatami; *C* — kwiat przęcikowy; *D* — kwiaty słupkowe; *E* — owoc — orzech; *F* — owoc w przekroju podłużnym; widzimy dwa liścienie i kielek. *A*, *B*, *E* wielkości naturalnej lub nieco zmniejszone; *C* i *D* powiększone (z pod lupy).

z pąkami liściowymi okrytymi; budzi się do życia najwcześniej z spośród naszych drzew.

Kwiaty. Już w ciepłe dnię lutego lub marca wałeczkowate pąki wydłużają się, stają się wiotkie, miękkie, a przy potrąceniu obficie sypie się z nich pyłek; są to kwiatostany przęcikowe, składające się z licznych, bezszypułkowych kwiatków, zawierających tylko przęciki bez słupków; są to t. zw. kwiaty przęcikowe; kwiaty te wyrastają z wydłużonej łodyżki kwiatostanowej; kwiatostan ten jest podobny do kwiatostanu konwalji, różni się tylko tem, że posiada liczne kwiaty bezszypułkowe, bardzo gęsto osadzone; zaliczamy go do kwiatostanu groniastego — kłosa, a u leszczyny prócz tego nazywamy go kotką (schemat tego kwiatostanu patrz rys. 157 *B*).

Każdy kwiat przęcikowy powstaje w kącie łuskowatego, szarozłoteo, owłosionego liścia — przysadki; odrywamy go z łodyżki kwiatostanowej razem z kwiatem. Pod przysadką znajdują

się z obu stron jeszcze dwa listki jednakowe, również łuskowate; są to t. zw. podkwiatki. U spodu tych listków znajduje się kwiat, posiadający jedynie cztery pręciki; każdy pręcik posiada pylniki rozdzielone od siebie, z kępkami włosków na szczycie każdego pylnika. W momencie t. zw. pylenia się dojrzałe pylniki pękają po dłuźnie i sypie się z nich obficie lekki, suchy pyłek.

Jednocześnie na tych samych gałązkach dostrzegamy pąki z czerwonymi włoskami na szczycie, w kształcie pendzelka. Rozdzieramy te pąki i zobaczymy, że wewnątrz nich znajdują się kwiaty, posiadające tylko słupki; są to kwiaty słupkowe; tworzą one dość skomplikowane kwiatostany. Wyrastają po dwa w kącie łuskowatych listków — przysadek. Każdy kwiatek posiada u spodu bardzo drobne (dostrzegalne przy znaczniejszem powiększeniu pod lupą), listki okryw kwiatowej, u dołu załaznię i dwie duże szyjki, zakończone czerwonymi, wysuwającymi się z pąka znamionami; ponieważ takich podwójnych kwiatków wyrasta w pąku cztery do sześciu, nazewnątrz więc wychyla się 16 — 24 czerwonych znamion. Załaznię u leszczyny w momencie opylania się nie są jeszcze zupełnie wykształcone i są ukryte wewnątrz pąka; załaznię wykształcają się ostatecznie dopiero w dwa lub trzy miesiące po zapyleniu.

Kwiaty leszczyny różnią się bardzo od poznanych już kwiatów u liljowatych; są one przedewszystkiem dwojakiego rodzaju: jedne posiadają tylko pręciki, są to kwiaty pręcikowe; w drugich wytwarzają się słupki, są to kwiaty słupkowe. Kwiaty więc u leszczyny są jednopłciowe; u liljowatych każdy kwiat posiadał słupki i pręciki w jednym kwiecie; kwiaty są obupłciowe; prócz tego kwiaty leszczyny, zwłaszcza pręcikowe, są pozbawione okwiatu; takie kwiaty nazywamy nagimi.

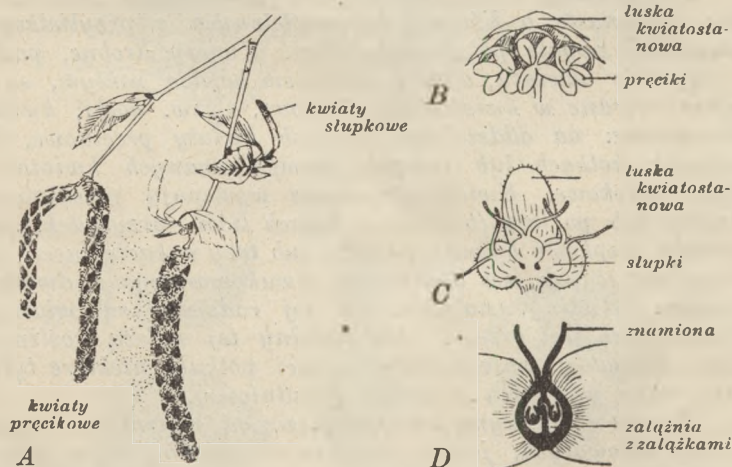
Zapylenie. Pyłek, wytwarzany w kwiatach pręcikowych, zostaje przenoszony wiatrem w wielkiej ilości na wychylające się nazewnątrz znamiona; mówimy więc, że leszczyna ma kwiaty wiatropylne; zapylenie to odbywa się o tyle łatwiej, że w momencie pylenia się gałęzie są nagie i kołysane wiatrem; po zapyleniu kotki z pustymi pylnikami odpadają, a dopiero w końcu kwietnia lub w maju pękają pąki liściowe i rozwijają się w ulistnione pędy roczne. U leszczyny więc roczny rozwój kwiatów poprzedza rozwój pędów ulistnionych.

Owoce. Owoce leszczyny dojrzewają dopiero w końcu lata; są one nazewnątrz u dołu otoczone listkami okwiatu; bardzo drobny w momencie rozwoju kwiatów okwiat kwiatu słupkowego teraz wyrasta i tworzy bardzo charakterystyczne listki, okrywające owoc. Owocnia

staje się twarda, błony jej komórek grubieją i drewnieją. Owoc wewnątrz posiada jedno nasienie; taki owoc jednonasienny, niepękający o zdrewniałej owocni nazywamy orzechem. Po rozłuczeniu owocni orzecha znajdziemy wewnątrz nasienie z łupiną, dwoma dużymi liścieniami i kiełkiem. Nasiona orzecha leszczyny, zwane orzechami laskowymi, są jadalne; jadalną częścią są właśnie liścienie; zwłaszcza zjadają je wiewiórki, które gromadzą orzechy na zimę; przenosząc je, gubią i w ten sposób rozsiewają.

2a. Rośliny o budowie kwiatów, podobnych do kwiatów leszczyny.

a) Brzoza brodawkowata (*Betula verrucosa*, rys. 155). Brzoza brodawkowata jest drzewem u nas bardzo pospolitem. Podobnie jak u leszczyny, i u brzozy już jesienią i zimą widzimy dwójakiego rodzaju pąki: jedno wy-



Rys. 155. Kwiaty brzozy: A — gałązka z rozwijającymi się liśćmi i kwiatami; B — kwiaty pręcikowe, C — kwiaty słupkowe; D — słupek w przekroju podłużnym. A — zmniejszone; B, C, D — powiększone.

dłużone, waleczkowate, zimujące bez okryw, drugie drobne, jajowate. Wiosną jedno i drugie pąki pękają; kwiaty rozwijają się razem z liśćmi; z pąków wydłużonych powstaje wiotka, zwieszająca się kotka pręcikowa, z której obficie wysypuje się pyłek. Liczne kwiaty pręcikowe są umieszczone po trzy pod listkiem okrywowym, który tworzy nad nimi tarczowaty daszek; każdy kwiatek posiada niewyraźny okwiat i składa się z dwóch pręcików. Kwiaty słupkowe również tworzą kotki; kotki te zimą są zupełnie ukryte w pąkach i dopiero wiosną rozwijają się razem z liśćmi; na kotce słupkowej znajdujemy liczne listki łuskowate trójkłapowe, a pod każdą łuską po trzy kwiatki słupkowe; pojedyncze kwiatki składają się jedynie ze słupków i są pozbawione zupełnie okwiatu. Łuski, w kącie których wyrastają słupki, powstały ze

zrosniętej przysadki i dwóch podkwiatków. Słupek posiada dwa czerwone znamiona i dużą, dwukrotną, dwukomorową zalążnię z jednym zalążkiem w każdej komorze; zalążki są odwrócone i okienkiem zwrócone ku górze.

Kwiaty brzozy są bardzo podobne do kwiatów leszczyny; są one niepozorne, jednopłciowe, jednopienne i również zapylane przez wiatr; po zapyleniu wytwarza się owoc — orzeszek; orzeszek ten jest płaski i posiada z boków dwa skrzydelka, przy pomocy których może być łatwo unoszony i rozsiewany przez wiatr.

Podobne kwiaty wiatropylne tworzą u nas i inne drzewa, jak olsza (*Alnus*) i grab (*Carpinus betulus*). Drzewa te zaliczamy do rodziny brzozowatych. Możemy więc dać następującą charakterystykę rodziny brzozowatych:

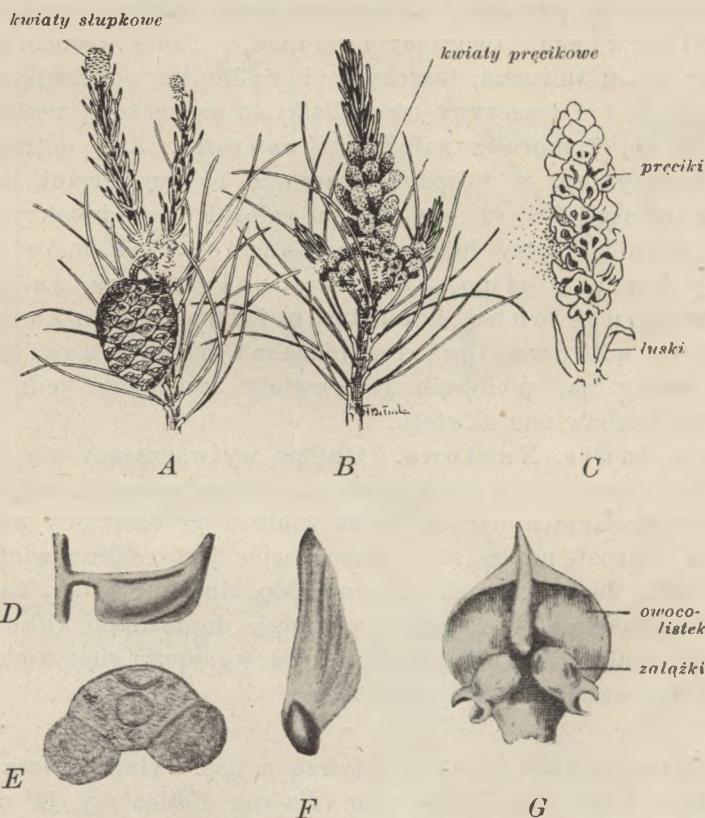
Do rodziny brzozowatych (*Betulaceae*) zaliczamy rośliny drzewiaste o liściach niepodzielonych z przylistkami odpadającymi zwykle po rozwoju liści. Kwiaty drobne, pozbawione zupełnie okwiatu, albo z okwiatem bardzo nikłym, są przeważnie zebrane w kwiatostany kłosowe, t. zw. kotki; kwiaty są jednopłciowe: na oddzielnych kotkach kwiaty pręcikowe, na oddzielnych kotkach lub innych skomplikowanych kwiatostanach kwiaty słupkowe. Kwiaty pręcikowe występują pojedynczo (leszczyna) lub po trzy (brzoza) w kątach liści—przysadek; również i kwiaty słupkowe bywają po dwa lub trzy w kącie łusek kwiatostanowych; słupek jest dwukrotny, dwukomorowy, z dwoma znamionami. Rośliny, należące do tej rodziny, są wiatropylne, a owocem ich jest orzech. Do rodziny tej należą rośliny drzewiaste klimatów zmiennych północnej półkuli, niektóre tylko gatunki rosną w górach Ameryki Południowej.

Brzoza i leszczyna odróżniają się od roślin, należących do rodziny liljowatych, jeszcze tem, że w zarodku ich w nasionach wytwarzają się po dwa liścienie; to też rodzinę brzozowatych zaliczamy do klasy dwuliściennej (*Dicotyledones*).

3. Sosna (*Pinus silvestris*, rys. 156). Z budową i rozwojem sosny poznaliśmy się już w drugiej części podręcznika (str. 106). Sosna kwitnie w maju. Na niektórych drzewach sosny w czasie kwitnienia możemy dojrzeć żółte, pyłące się kłoski, z pręcikami, oraz na tych samych gałązkach drobne, czerwone, ku górze wzniesione szyszki ze słupkami.

Kwiaty pręcikowe. Żółte, elipsoidalne kłoski pręcikowe wyrastają u dołu pędów rocznych; składają się one z listków łuskowatych u dołu i licznych pręcików, gęsto ułożonych w kłos na wydłużonej łodyżce; każdy pręcik jest u podstawy zwężony, w środku rozszerzony, zagięty na szczycie ku górze; pręciki te posiadają

u dołu po dwa woreczki pyłkowe, które pękają podłużnie i wtedy sypie się z nich drobny pyłek. W okresie kwitnienia pyłek sosny sypie się z kłosek pręcikowych w tak wielkiej ilości, że wprost zasypuje ścieżki leśne i pokrywa powierzchnię jezior.



Rys. 156. Kwiaty i nasiona sosny: *A*—gałązka kwitnąca z kwiatami słupkowymi i *B*—pręcikowymi, zmniejszona; *C*—kwiatek z pręcikami; *D*—pręcik na łodyżce kwiatostanowej; *E*—ziarenko pyłku pod mikroskopem; *F*—nasienie; *G*—owocolistek z zalążkami, powiększony pod lupą; (patrz również rys. 120, 121 i 123).

Kwiaty słupkowe. Przyjrzyjmy się teraz szyszkom słupkowym; wyrastają one pojedynczo lub po dwie jako pędy boczne na szczycie pędu rocznego i u spodu posiadają również drobne listki łuskowate; sama szyszka składa się z gęsto ułożonych spiralnie łusek, które leżąc stale po dwie jedna nad drugą, są dwójakiego rodzaju; leżąca pod spodem jest mniejsza, cieńsza, jajowata — jest to

Łuska okrywowa, odpowiadająca przysadce; nad nią zaś zawsze leży łuska większa, grubsza z żeberkiem, wystającym nazewnątrz szyszki. U podstawy górnej łuski ze strony, zwróconej ku szczytowi szyszki, wytwarzają się dwa drobne ciała, które przy dokładniejszym zbadaniu okazują się zalążkami; łuska ta, dźwigająca zalążki, jest owocolistkiem, tworzącym słupek. Takie owocolistki widzieliśmy już u tulipana, leszczyny i roślin im pokrewnych; u tulipana jednak i u leszczyny owocolistki te są ze sobą zrośnięte, tak że tworzy się komora z zalążkami wewnątrz. Aby dojrzeć zalążki, musieliśmy np. u tulipana rozerwać ścianę zalążni, natomiast u sosny owocolistki są otwarte, a zalążek jest nieokryty, nagi, ukryty jedynie między łuskami; o sośnie więc mówimy, że tworzy kwiaty słupkowe nagozalążkowe, że jest rośliną nagonasienną, a tulipan i inne tworzą kwiaty okrytozalążkowe i są roślinami okrytonasiennymi. Kwiaty sosny są, podobnie jak kwiaty leszczyny, jednopłciowe, i zupełnie pozbawione okwiatu.

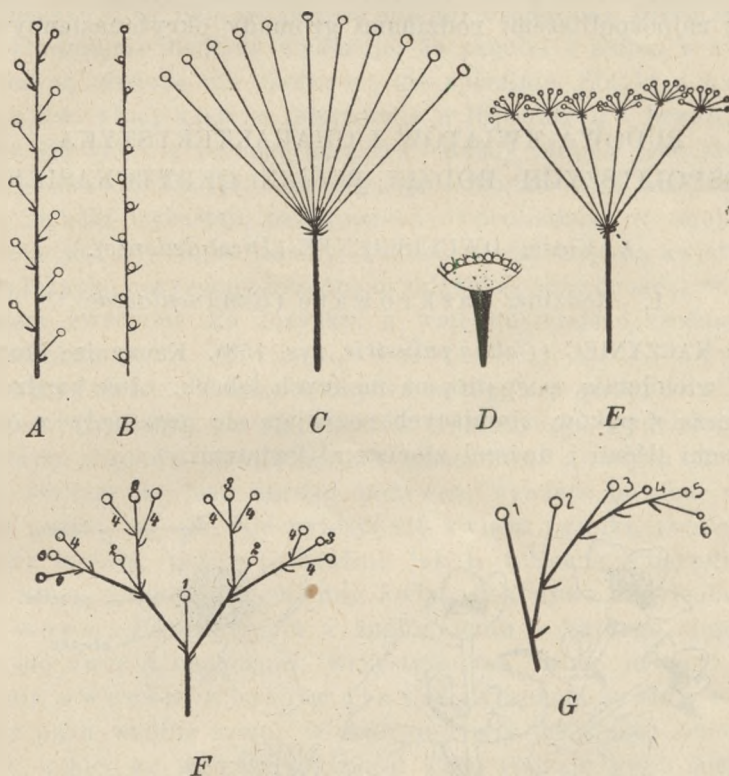
Zapylenie. Nasiona. Obficie wytwarzający się pyłek sosny, dzięki specjalnym pęcherzykom, wytwarzającym się na jego ziarenkach, zostaje unoszony przez wiatr i przenoszony na szyszki słupkowe wprost na zalążki. Sosna więc jest rośliną wiatropylną. Po zapyleniu łuski szyszek zrastają się, drewnieją tak, że zalążek wyrasta w nasienie w szyszce zrośniętej; dopiero po kilku (trzech) latach zdrewniałe łuski pękają i licznie wysypują się z nich uskrzydłone, rozsiewane wiatrem nasiona.

Podobne kwiaty do sosny tworzą u nas: świerk (*Picea excelsa*), jodła (*Abies pectinata*) i modrzew (*Larix*). Zaliczamy je razem do t. zw. gromady nagozalążkowych albo nagonasiennych.

*Gromada nagozalążkowych (Gymnospermae) obejmuje rośliny, które tworzą słupki o owocolistkach niezrośniętych; u nas do tej gromady należą wszystkie drzewa szpilkowe, prócz wymienionych: sosny, jodły, świerku i modrzewia, jeszcze: cis (*Taxus baccata*) i jałowiec (*Juniperus*); prócz tego do tej klasy należą liczne drzewa obszarów umiarkowanych lub ciepłych, jak cykasy, cyprysy, młorząb i inne.*

Wszystkie zaś rośliny kwiatowe, których słupki powstały z owocolistków zrośniętych, jak: liljowate, brzoźowate i wszystkie, które poznamy w następnym rozdziale, zaliczamy do gromady okrytozalążkowych (Angiospermae).

Na tych kilku przykładach: tulipana, reprezentującego rodzinę liljowatych, leszczyny, reprezentującej rodzinę brzoźowatych i sosny, należącej do gromady nagonasiennych, zapoznaliśmy się z kwiatami o budowie krańcowej. U liljowatych widzieliśmy kwiaty obupłciowe, promieniste, barwne, owadopylne, ułożone prawidłowo w okół-



Rys. 157. Schematy najczęstszych kwiatostanów omawianych roślin: *A*, *B*, *C*, *D*, *E*—kwiatostany groniaste; linje pionowe, silniej zaznaczone, oznaczają łodyżkę kwiatostanową, drobne kreski na nich oznaczają przysadki, względnie pokrywy, pokrywki — w ich kącie wyrastają szypułki z kwiatami jako pędy boczne; kwiaty są oznaczone kółkami; *A*—grono: konwalia (str. 140), ostróżka (str. 153), rzeżucha i tasznik (str. 161 i 163), żarnowiec (str. 175), wierzbowka (str. 194), lnica (str. 206); *B*—kłos: wierzba (str. 160), pokrzywa (str. 178), turzyce (str. 228), storczyk (str. 229), trawy i brzozy tworzą kłos złożony; *C*—baldach: pierwiosnek (str. 155), glistewnik (str. 165), czereśnia i grusze (str. 167 i 169); *D*—koszyczek — złożone (str. 211); *E*—baldach złożony — baldaszkowate: marchew (str. 195); *F* i *G*—kwiatostany wierzchołkowe — liczbami oznaczone następstwo pędów; *F*—wierzchołki: firletka, lepnica (str. 181 i 183), jasnota (szypułki nie wyrastają, str. 200); *G*—niezapominajka (str. 203).

kach, natomiast u brzozowatych kwiaty drobne, jednopłciowe, wiatropylne, pozbawione zupełnie okwiatu lub z okwiatem nikłym; wreszcie kwiaty sosny różnią się zasadniczo tem, że owocolistki ich kwiatów słupkowych są niezrośnięte.

Budowa kwiatów jest bardzo różnorodna; zapoznamy się więc teraz z najpospolitszymi rodzinami gromady okrytonasiennych.

BUDOWA KWIATÓW I CHARAKTERYSTYKA NAJPOSPOLITSZYCH RODZIN ROŚLIN OKRYTONASIENNYCH.

A. Klasa: DWULIŚCIENNE (*Dicotyledones*).

1. Rodzina: Jaskrowate (*Ranunculaceae*).

a) KACZYNIEC (*Caltha palustris*, rys. 158). Kaczyniec błotny jest rośliną wieloletnią, pospolitą na mokrych łąkach. Już bardzo wczesną wiosną z pąków zimujących rozwijają się jego pędy z okrągłojajowatymi liśćmi i dużymi złocistymi kwiatami.



Rys. 158. Kwiaty i owoce kaczynica: *A* — pęd z liśćmi przyswajającymi i kwiatami; *B* — pojedynczy kwiat; *C* — słupkowie z ciemno zaznaczonymi zalążkami; *D* — pojedynczy słupek z przeświecającymi zalążkami; *E* — owoce pękające — mieszki z nasionami.

Kwiaty. Każdy kwiat rozwija się pojedynczo na szczycie rozgałęziających się pędów. Kwiaty kaczyńca są obupłciowe, promieniste i składają się z pięciu jednakowych, barwnych listków albo płatków okwiatu, licznych pręcików i licznych spłaszczonych słupków; wzór więc kwiatu kaczyńca jest następujący: $P_5 A_n G_n$, przy czym znaczną ilość listków (więcej niż 20) oznaczamy literą n ; prócz tego dokładniejsze badania wykazują, że pręciki i słupki w kwiatach kaczyńca są ułożone nie okółkowo, ale spiralnie. Słupki u kaczyńca tworzą t. zw. słupkowie (słupkowie u liljowatych i brzoźowatych składało się tylko z jednego słupka). Każdy słupek jest zrośnięty z jednego owocolistka (jednokrotny), jednokomorowy i zawiera liczne zalążki; zalążki wyrastają na brzegach owocolistków, w miejscu ich zrośnięcia się, a więc ze strony, zwróconej do wnętrza kwiatu; tego rodzaju łożysko nazywamy brzeżnem; zalążki są odwrócone (rys. 147 B), okienkiem zwrócone ku łożysku, a więc ku miejscu zrośnięcia się owocolistków.

Zapylanie. Kwiaty kaczyńca są zapylane przez owady, zwabione jaskrawo-żółtą barwą kwiatów i słodyczą, wydzielającą się u podstawy słupków ze specjalnych gruczołów, zwanych miodnikami; słodycz ta jest bardzo pożywna, zawiera bowiem znaczny procent cukru. W okresie pylenia się kwiatu pylniki, zwrócone ku wewnątrz kwiatu, pękają podłużnie jak u tulipana, obsypują ciało owada, który, przelatując na inny kwiat, dokonywa zapylenia.

Owoce. Po zapyleniu i zapłodnieniu z każdego słupka wytwarza się owoc z nasionami; wszystkie zaś owoce jednego kwiatu nazwiemy owocem wielokrotnym. Owocnia owoców staje się sucha i pęka wzdłuż szwu, w którym były zrośnięte owocolistki słupków, a więc ku wewnątrz kwiatu. Tego rodzaju owoc suchy, powstały ze słupka jednokrotnego, zaliczamy do owoców pękających i nazywamy mieszkciem; z jednego więc kwiatu wytwarza się kilka, kilkanaście mieszków.

Po wydaniu owoców pędy nadziemne kaczyńca giną i roślina zimuje z pąkami zimującymi, podobnie jak glistownik; niekiedy jednak kaczyńiec po raz drugi zakwita jesienią.

b) ZAWILEC GAJOWY (*Anemone nemorosa*, rys. 159). Jak już wiemy (str. 77), pędy nadziemne zawilca wyrastają z trwałego, walcowatego kłącza, poziomo rosnącego w ziemi. Pędy nadziemne rozwijają się bardzo wczesną wiosną, tak że zawilce zakwitają jedne z pierwszych, jeszcze przed rozwinięciem się liści u drzew. Pędy roczne nadziemne są zakończone dużym, białym z różowawym odcieniem kwiatem.

Kwiaty. Kwiaty zawilca składają się z sześciu dużych jednakowych płatków, licznych pręcików i licznych słupków; wzór więc kwiatu zawilca jest taki sam jak i kwiatów kaczynca, czyli P_6

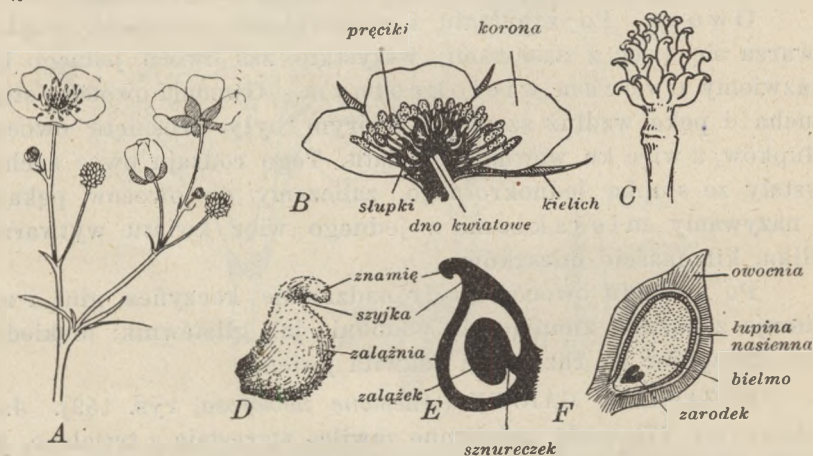
$A_n G_n$. Słupki w kwiecie zawilca są również jednokrotne, jednokomorowe, różnią się jednak od słupków w kwiatkach kaczynca tem, że posiadają tylko jeden zalążek.

Zapylenie. Zawilec, podobnie jak kaczyniec, jest rośliną owadopylną; owady są zwabiane białą barwą kwiatków oraz słodyczą, wydzielaną ze specjalnych komórek na dnie kwiatowym między pręcikami.

Owoce. Powstałe po zapyleniu owoce jednonasienne nie pękają, lecz pozostają w nasionach aż do kielkowania. Tego rodzaju owoce suche, jednonasienne, niepękające nazywamy niełupkami. Przy dojrzewaniu owoców szypułka kwiatowa zgina się i owoce zwieszają się ku dołowi. Owoce zawilca gajowego są rozsiewane przez mrówki.



Rys. 159. Kwiaty zawilca: A — kwiat z góry wielkości naturalnej; B — kwiat w przekroju podłużnym, dwukrotnie powiększony; (patrz również rys. 81).

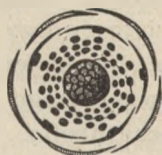


Rys. 160. Kwiaty i owoce jaskra: A — pęd z kwiatami; B — kwiat w przekroju podłużnym; C — słupkowie (okwiat i pręciki oderwane); D — słupek z zewnątrz; E — słupek w przekroju podłużnym; F — przekrój podłużny przez owoc i nasienie; A — wielkość naturalna, B, C, D; E i F powiększony kilka razy.

c) JASKIER OSTRY (*Ranunculus acer*, rys. 160 i 161). Jaskier ostry jest również byliną pospolitą na naszych łąkach; tworzy on krótkie podziemne kłącze, z którego wyrastają pędy nadziemne, zakończone złocistymi kwiatami. Jaskier kwitnie wiosną i latem.

Kwiaty. W każdym kwiecie przede wszystkim widzimy, że okwiat składa się z listków dwójakiego rodzaju: zewnętrzne listki, zielone tworzą kielich, a ich listki nazywamy działkami kielicha, wewnętrzne natomiast, złocisto-żółte nazywamy koroną, a pojedyncze listki korony — płatkami. Pręciki i słupki są również liczne. Wzór kwiatu jaskra jest $K_5 C_5 A_n G_n$; narys widzimy na rys. 161. Słupki są również, jak u zawilca, jednokrotne, jednokomorowe, jednozałączkowe; zalążek wyrasta u nasady załączni; jest on odwrócony i okienkiem zwrócony ku dołowi.

Zapylenie i owoce. Jaskier jest rośliną owadopylną. Jako powabnia służy nie tylko barwa kwiatów, kwiat jaskra posiada bowiem jeszcze u dołu płatków miodniki. Po zapyleniu ze słupków wytwarzają się jednonasienne niełupki; nasiona są

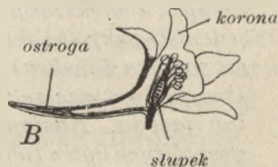


Rys. 161. Narys jaskra — zewnętrzny okółek oznacza kielich; następny, czarny — koronę; dalej idą liczne, ułożone spiralnie pręciki i w środku słupkowie.

bielmowe. Po wydaniu owoców pędy nadziemne giną.

d) OSTRÓŻKA POLNA (*Delphinium consolida*, rys. 162). Ostróżka jest rośliną jednoroczną, rosnącą pospolicie jako chwast polny.

Kwiaty. Duże, piękne, ciemno-lazurowe kwiaty ostróżki tworzą na szczytach pędów rozpięchłe grona. Każdy kwiat posiada



Rys. 162. Kwiatostan i kwiat ostróżki; A — kwiatostan zmniejszony do $\frac{2}{3}$; B — kwiat w przekroju podłużnym.

pięć listków okwiatu zewnętrznego, z których cztery są zwrócone ku dołowi kwiatu i tworzą rodzaj wachlarza, a piąty zwrócony jest ku górze i przechodzi w rurkę, tworzącą t. zw. ostrogę; listki te możemy nazwać również działkami, a okwiat zewnętrzny — kielichem. Po oderwaniu pięciu listków okwiatu zewnętrznego znajdujemy wewnątrz listek okwiatu wewnętrznego, który tworzy rodzaj gardzieli zwróconej otworem ku zewnątrz kwiatostanu; wewnątrz kwiatu tworzy on również ostrogę, wrastającą w ostrogę poprzednią; listek ten składa się z dwóch zrośniętych listków okwiatu wewnętrznego — płatków korony. Wewnątrz kwiatu znajdujemy liczne drobne, stulone ze sobą pręciki, oraz w środku otulony pręcikami jeden słupek, zupełnie podobnie zbudowany jak u kaczynca, t. j. jednokomorowy z licznymi odwróconymi zalążkami.

Kwiaty ostróżki różnią się od kwiatów kaczynca, zawilca i jaskra (jak również liljowatych) tem, że listki ich okwiatu są niejednakowe; listki te jednak są ułożone tak, że gdybyśmy przekroili w pewnej płaszczyźnie kwiat wzdłuż, to otrzymalibyśmy połówki jednakowe; tego rodzaju symetrię kwiatów, w której możemy przeprowadzić jedną płaszczyznę symetrii, nazywamy grzbiecistą, a kwiaty — grzbiecistemi; w kwiatkach grzbiecistych ostróżki płaszczyzna symetrii przebiega pionowo.

Zapylenie i owoce. Barwne kwiaty ostróżki są zapylane przez owady, które dążą do kwiatów, wypijają miód i przenoszą pyłek. Jako owoc tworzy się jeden mieszek wielonasienny.

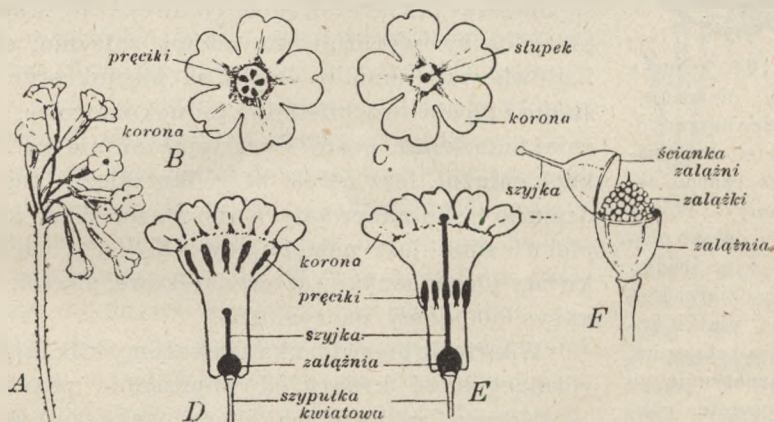
Kwiaty jaskra i ostróżki, jak widzimy, mają podobną budowę, jak kwiaty kaczynca i zawilca, zaliczamy je też do jednej rodziny jaskrowatych.

*Rodzina jaskrowatych (Ranunculaceae) obejmuje liczne gatunki roślin o kwiatach przeważnie promienistych (u ostróżki grzbieciste), owadopylnych; kwiaty mają albo pojedynczy barwny okwiat (wzór kwiatów kaczynca i zawilca $P_5 - 8 A_n G_n$), lub są wyróżniane na kielich i koronę (wzór kwiatów jaskra $K_5 C_5 A_n G_n$); pręciki i słupki u większości kwiatów są liczne, ustawione spiralnie (u ostróżki jeden słupek); słupki są zawsze jednokrotne, jednokomorowe, z jednym (u zawilca i jaskra) lub licznymi zalążkami (u kaczynca i ostróżki). Owocem jest mieszek (kaczymiec, ostróżka), nielupka (zawilec, jaskier) lub jagoda. Nasiona są bielkowe. Do rodziny tej należy u nas wiele pospolitych bylin lub roślin jednorocznych, jak, prócz poznanych, przylaszcza (*Hepatica triloba*), sasanka (*Pulsatilla*), piwonja (*Paeonia*) i inne. Gatunki tej rodziny występują przeważnie w obszarach umiarkowanych półkuli północnej.*

Rodzina jaskrowatych należy do rzędu wieloowocowych (*Polycarpicae*).

2. Rodzina: Pierwiosnkowate (*Primulaceae*).

PIERWIOSNEK LEKARSKI (*Primula officinalis*, rys. 163 — 165). Pierwiosnek lekarski jest byliną pospolitą w lasach liściastych; tworzy on podziemne kłącze, rosnące pionowo, z którego corocznie wyrasta różyczka z dużych jajowatych liści; z różyczki tej wczesną wiosną, prawie jednocześnie z zawiłkami wyrasta pęd, na którego szczycie, jako pędy boczne, rozwijają się Nieliczne, zwieszające się kwiaty; pęd główny w miejscu wyrastania pędów bocznych — kwiatowych nie wytwarza zupełnie międzywęźli, tak że kwiaty wyrastają jakgdyby z jednego miejsca w kącie drobnych listków; tego rodzaju kwiatostan z kwiatami na mniej lub więcej długich szypułkach nazywamy baldachem (schemat tego kwiatostanu mamy na rys. 157C).



Rys. 163. Kwiaty pierwiosnka: A — pęd zakończony kwiatami; B — kwiat o krótszej szyjce słupka i wyższych pręcikach z góry i w przekroju D; podobnie z góry C i w przekroju — E kwiat o dłuższej szyjce słupka i niżej przyrośniętych pręcikach; F — słupek w przekroju; w środku zalążni widać liczne zalążki.

Kwiaty. Kwiaty pierwiosnka są barwne, dość duże, promieniste, obupłciowe; nazewnątrz posiadają kielich rurkowaty z pięciu ząbkami u góry; przyjmujemy, że kielich jest zrośnięty z pięciu działek i mówimy, że jest zrosłodziałkowy, pięciokrotny. Barwna, żółta korona, zakończona pięcioma żółtymi ząbkami płatków, ma u dołu kształt długiej, wąskiej rurki; przyjmujemy również, że i korona jest zrośnięta z pięciu płatków i mówimy, że jest zrosłopłatkowa, pięciokrotna; we wzorze kwiatu to zrośnięcie się działek i płatków oznaczamy w ten sposób, że cyfry, oznaczające ich ilość, ujmu-

jemy w nawiasy; wzór więc okwiatu u pierwiosnka przedstawia się, jak następuje: $K_{(5)} C_{(5)}$; widzimy również, że każdy ząbek kielicha leży między ząbkami korony, czyli że kielich i korona ułożone są w stosunku do siebie międzyległe. Jeżeli teraz spojrzymy w rurkę korony, to zobaczymy, że pręciki są przyrośnięte na krótkich nitkach do korony i leżą nie między płatkami, lecz nad płatkami; poza tem pręciki nie we wszystkich kwiatach są jednakowo ułożone; w jednych kwiatach są przyrośnięte u góry rurki korony, w drugich—w jej środku; słupki również nie są jednakowe, różnią się



Rys. 164. Narys kwiatu pierwiosnka; nazewnątrzątkółek kielicha, następnie czarno zaznaczony okółek korony, dalej 5 pręcików i w środku słupki; działki kielicha i płatki korony są połączone, dla zaznaczenia, że są zrośnięte; również i pręciki są kreskami połączone z płatkami, gdyż są do nich przyrośnięte.

przedewszystkiem długością szyjki. W kwiatach, w których pręciki są przyrośnięte u góry rurki korony, szyjki słupka są krótsze (kwiaty krótkoszyjkowe), natomiast w kwiatach, w których pręciki są przyrośnięte w środku rurki, szyjki słupka są dłuższe (kwiaty długoszyjkowe). W słupkach pierwiosnka wyraźnie się odcina zalążnia, szyjka i główkowate znamię; słupki są pięciokrotne (zrośnięte z pięciu owocolistków), jednokomorowe, z licznymi zalążkami, gęsto wyrastającymi nie na ściankach zalążni, lecz na osi w środku zalążni; tego rodzaju łożysko nazywamy osiowem. Wzór kwiatu pierwiosnka jest następujący: $K_{(5)} C_{(5)} A_5 G_{(5)}$; kwiaty pierwiosnka są czterookółkowe, pięciokrotne; narys podajemy na rys. 164.

W kwiecie pierwiosnka zauważamy kilka zjawisk, różniących te kwiaty od poprzednio poznanych.

Korona w kwiatach pierwiosnka jest zrosłopłatkowa, gdy tymczasem u tulipana i kaczynca była wolnopłatkowa. Ponieważ to ma znaczenie przy systematycznym układaniu roślin, będziemy nadal zawsze zaznaczać, czy korona jest wolno — czy zrosłopłatkowa.

Drugiem zjawiskiem w kwiecie pierwiosnka jest wyrastanie pręcików naprzeciw płatków; o zjawisku tem mówimy, że pręciki są nadległe płatkom; ponieważ, jak to zaznaczyliśmy już, międzyległość jest niejako prawem w budowie kwiatów, więc zjawisko to tłumaczymy sobie, przyjmując, że kwiaty pierwiosnka były niegdyś pięciookółkowe i posiadały dwa okółki międzyległe pręcików, a jeden z tych okółków, t. j. zewnętrzny, międzyległy do korony, nie rozwinął się a pozostał drugi wewnętrzny nadległy do korony.

Różnosłupkowość. Zapyłanie. Trzeciem ciekawem zjawiskiem pierwiosnka jest dwoistość budowy jego kwiatów; pierwiosnki wytwarzają kwiaty, jak widzieliśmy, dwójakiego rodzaju: krótkoszyjkowe, z pręcikami przyrośniętymi u góry korony i długoszyjkowe, z pręcikami w środku rurki korony. Zjawisko to nazywamy różnosłupkowością; ma ono wielkie znaczenie przy zapyłaniu kwiatów pierwiosnka. Barwne kwiaty pierwiosnka wydzielają słodycz na dnie wąskiej rurki kwiatowej; słodycz tę mogą osiągnąć tylko owady o dłuższych narządach pyszczkowych, w danym wypadku jest ona dostępna dla pszczoł lub trzmieli. Kiedy bowiem trzmiel lub pszczoła, zwabione barwą kwiatów i zapachem, siądą na kwiecie, np., krótkoszyjkowym i zapuszczają swe narządy pyszczkowe do rurki kwiatowej, do ukrytej tam słodyczy, to główką dotkną się do pylników, pękających ku wewnątrz kwiatów i wysypujących pyłek na główkę owada; jeżeli teraz owad przeleci na kwiat długoszyjkowy, to, zapuszczając narządy pyszczkowe do rurki kwiatowej, dotknie główką znamienia i pozostawi na niem przyniesiony pyłek; jednocześnie narządami pyszczkowymi dotknie pylników i narządy te zostaną obsypane pyłkiem; pyłek ten znów przeniesie na znamię słupka kwiatu krótkoszyjkowego i t. d. W ten sposób u pierwiosnka dokonywa się krzyżowe zapyłanie.



Rys. 165. Zapyłanie kwiatów pierwiosnka; trzmiel, dążąc do miodu, główką dotyka znamienia, a pyszczkiem — pręcików.

Owoce. Po zapyleniu korona z pręcikami odpada, a z zalążni tworzy się owoc suchy — torebka, pękająca na szczycie dziesięcioma ząbkami. Dojrzałe torebki, otoczone zeschniętym kielichem, są wzniesione ku górze i poruszane przez wiatr, który roznosi wypadające z owocu nasiona. Po wydaniu owoców pędy nadziemne giną.

Podobne kwiaty do pierwiosnka wytwarzają jeszcze: rosnąca w wodzie okrzężnica (*Hottonia palustris*), rosnący na polach, ugorach i przydrożach kurzyślak (*Anagallis arvensis*), występująca w lasach tojeść (*Lysimachia*) i inne. Należą one do rodziny pierwiosnkowatych.

Do rodziny pierwiosnkowatych (Primulaceae) zaliczamy rośliny zielne z liśćmi, przeważnie niepodzielonemi. Kwiaty są barwne, promieniste, zrosłopłatkowe, u większości gatunków czterookółkowe, pięciokrotne, wzoru $K_{(5)} C_{(5)} A_5 G_{(5)}$, przyczem pręciki są nadległe do korony; słupek jest jednokomorowy, z licznymi zalążkami na osiowym łożysku. Zapyłane są przeważnie przez owa-

dy, przyczem u niektórych gatunków kwiaty są tak zbudowane, aby ułatwić krzyżowe zapylenie. Owocem jest torebka. Rośliny, do tej rodziny należące, występują na całej kuli ziemskiej; w górach u nas rośnie należący do tej rodziny urdzik (*Soldanella*), hodowana jest gduła (*Cyclamen*) i inne.

Pierwiosnkowate zaliczamy do rzędu pierwiosnkowych (*Primulales*).

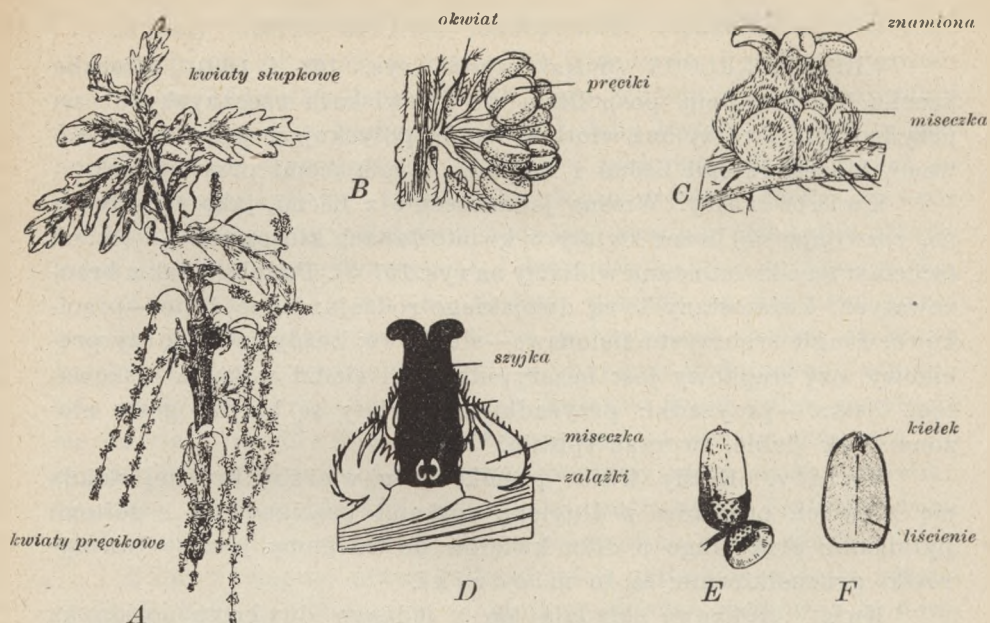
3. Rodzina: Bukowate (*Fagaceae*).

DĄB SZYPUŁKOWY (*Quercus robur*, rys. 166). Dąb jest znanym drzewem, często występującem u nas w lasach, rośnie prawie w całej Europie; tworzy on duże, rozłożyste konary, rozchylające się na wszystkie strony. Liście dębu są skupione na szczytach pędów rocznych; leżą skrętolegle i posiadają przylistki, bardzo wczesnie opadające; liście są ogonkowe, o blaszce liściowej odwrotnie jajowatej, z głębokimi wcięciami.

Kwiaty. Dąb kwitnie jednocześnie z rozwojem liści; po raz pierwszy zakwita dopiero po kilkudziesięciu latach; kwiaty dębu są, podobnie jak u leszczyny i brzozy, jednopłciowe i wytwarzają się na tych samych pędach. Kwiaty pręcikowe dębu są drobne i tworzą długie, zwieszające się kłosy; każdy kwiat składa się z kilku (5—8) listków okwiatu i z 4 do 10 pręcików. Kwiaty słupekowe natomiast są wzniesione i występują pojedynczo lub są skupione po kilka; każdy kwiat składa się z kilku drobnych listków okwiatu i jednego trójkrotnego, trójkomorowego słupka; w każdej komorze znajdują się po dwa zalążki; słupek posiada płaską, szeroką szyjkę i trzy rozchylające się znamiona czerwonego koloru; prócz tego każdy słupek u dołu jest otoczony z zewnątrz jakgdyby pierścieniem t. zw. miseczką z licznymi łuskowatymi listkami.

Zapylanie i owoce. Dąb jest drzewem wiatropylnem. Z zapylonego słupka powstaje owoc, jednonasienny orzech, otoczony u podstawy miseczką, która drewnieje; z zalążków słupka dojrzewa tylko jeden. Początkowo owoc jest prawie całkowicie okryty miseczką, latem jednak owoc przerasta miseczkę, która otacza go już tylko w dolnej części; jesienią owoc dojrzewa i opada. Owoce dębu, zwane żołędziami, są roznoszone przez zwierzęta, gromadzące pokarmy, jak np. wiewiórki, i przez ptaki.

Oprócz dębu szypułkowego występuje u nas jeszcze dąb bezszypułkowy. Podobne kwiaty do dębów tworzą buki (*Fagus*, rys. 33 str. 40 i rys. 130 str. 118) i kasztan jadalny (*Castanea Castanea*); zaliczamy więc je do rodziny bukowatych.



Rys. 166. Kwiaty i owoce dębu: *A* — gałązka ulistniona z kwiatami pręcikowymi (u dołu) i słupkowymi (u góry); *B* — odcięta łodyżka kwiatostanowa z kwiatem pręcikowym; *C* — kwiat słupkowy; *D* — kwiat słupkowy w przekroju podłużnym; *E* — owoce, t. zw. żołędzie; *F* — nasienie w przekroju podłużnym (widzimy, że nasienie jest bezmielkowe); *A* — zmniejszone; *B*, *C* i *D* powiększone kilka razy.

Rodzina *bukowatych* (*Fagaceae*) obejmuje rośliny drzewiaste o liściach niepodzielonych, skrętoległych z przylistkami. Kwiaty są jednopłciowe, jednopienne; kwiaty pręcikowe są drobne, skupione w kwiatostany; składają się one z kilku (5—8) bezbarwnych listków okwiatu oraz pręcików w ilości około dwukrotnie większej, niż listków okwiatu (8—14); kwiaty słupkowe są przeważnie trójkomorowe, trójkomorowe z dwoma zalążkami w każdej komorze; kwiaty słupkowe posiadają niepozorny, drobny okwiat, a prócz tego są otoczone zewnątrz miseczką. Drzewa te są zapylane przez wiatr; jako owoc wytwarza się jednonasienny orzech. Do rodziny tej należą drzewa: u nas buk, dęby i hodowany często kasztan jadalny, zrzucające liście na zimę i występujące przeważnie w pozatropikalnych obszarach półkuli północnej.

Rodzinę *bukowatych* wraz z rodziną *brzozowatych* zaliczamy do rzędu *bukowych* (*Fagales*); należą tu rośliny drzewiaste, jednopienne, z kwiatami zapylanymi przez wiatr.

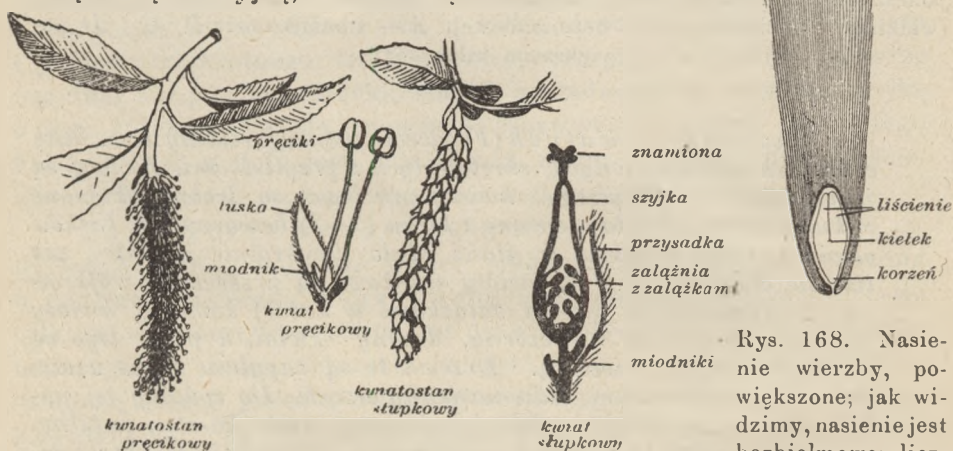
4. Rodzina: Wierzbowate (*Salicaceae*).

WIERZBA KRUCHA (*Salix fragilis*, rys. 168 i 169). Wierzba krucha jest drzewem pospolitem na zalewiskach rzecznych lub na przydrożach. Tworzy ona wiotkie, nagie, połyskujące pędy z ogonkowemi, lancetowatemi liśćmi i wczesnie opadającymi przylistkami.

Kwiatostany. Wiosną jednocześnie z liśćmi, jako pędy boczne, rozwijają się liczne kwiaty w kwiatostanach kłosowych — kotkach (schemat tego kwiatostanu widzimy na rys. 157 *B*). Podobnie jak u brzoźowatych, kwiatostany te są dwójakiego rodzaju: jedne żółte — pręcikowe, drugie srebrzysto-zielonawe — słupkowe; każdy kwiatek czy pręcikowy, czy słupkowy jest bezszypułkowy i siedzi w kącie łuskowatego listka — przysadki; przysadki te i kwiaty są bardzo gęsto ułożone obok siebie, tworząc spiralę.

Kwiaty. Każdy kwiat pręcikowy u wierzby kruchej składa się z dwóch pręcików z długimi nitkami pręcikowemi i żółtymi pylnikami; prócz tego u dołu kwiatów dostrzegamy jeszcze dwa wyrostki gruczołkowate; są to miodniki.

Kwiaty słupkowe składają się z jednego dwukrotnego słupka i dwóch miodników; słupek posiada u dołu rozszerzoną zalążnię jednokomorową z licznymi zalążkami odwróconemi, wyrastającemi na ściankach zalążni; u góry słupek zwęża się w szyjkę, zakończoną dwoma znamionami.



Rys. 167. Kwiaty wierzby kruchej; widzimy: kwiatostan pręcikowy, pojedynczy kwiat pręcikowy z pręcikami, miodnikami i łuską (przysadką), kwiatostan słupkowy, pojedynczy kwiat słupkowy z przysadką, miodnikami i słupkiem, w którym widać zalążki.

Rys. 168. Nasienie wierzby, powiększone; jak widzimy, nasienie jest bezbielmowe; liczne włoski wyrastają ze znaczka, t. j. z miejsca przyczepienia się nasienia do owocu.

Kwiaty wierzb są więc jednopłciowe i zupełnie pozbawione okwiatu (nagie); prócz tego kwiaty pręcikowe i słupkowe rozwijają się na oddzielnych osobnikach; tego rodzaju rośliny nazywamy dwupiennymi; u leszczyny, sosny i dębu kwiaty również są jednopłciowe, ale wyrastają na jednych i tych samych gałązkach — pniach; nazywamy je jednopięnnymi; jeżeli chodzi o wzór kwiatu wierzby, to, właściwie mówiąc, musimy pisać dwa wzory: jeden dla kwiatu pręcikowego: A_2 i drugi dla kwiatu słupkowego $G_{(2)}$.

Zapylanie i owoce. Kwiaty wierzby są zapylane przez owady, głównie pszczołowate, które są zwabiane barwą jaskrawą kotek oraz wonią wydzielającej się z ukrytych pod łuskami miodników słodyczy. Przy odwiedzinach kwiatów lepki pyłek przylepia się do ciała owadów i zostaje przenoszony na kwiaty słupkowe. Po zapyleniu i zapłodnieniu ze słupków powstają owoce suche — torebki, pękające dwiema klapami, z licznymi, puszystymi, bezbielmowymi nasionami; nasiona te zostają łatwo roznoszone przez wiatr.

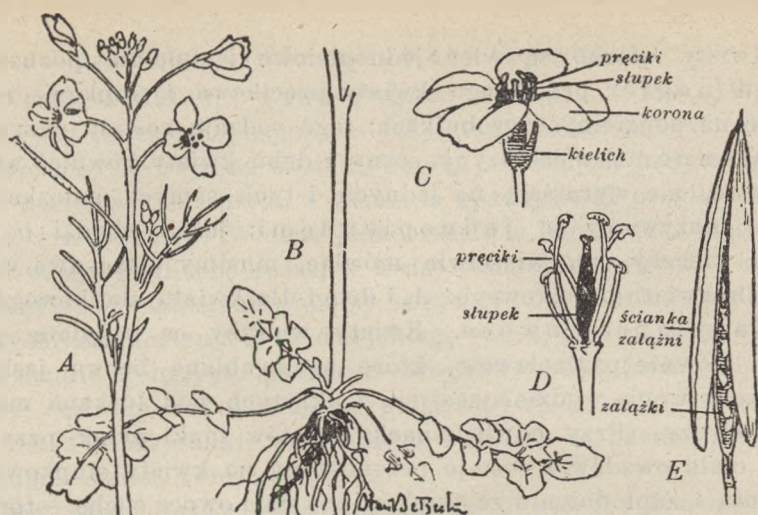
U nas występuje przeszło dwadzieścia gatunków wierzb, różniących się ilością i położeniem miodników, ilością pręcików (2 do 5-iu), formą liści, wielkością pędów i innymi cechami. Pokrewne również do wierzb są topole (*Populus*), które różnią się tem, że mają przysadki porozcinane, liczne pręciki oraz tem, że są zapylane przez wiatr. Topole i wierzby zaliczamy do rodziny wierzbowatych.

Do rodziny wierzbowatych (Salicaceae) zaliczamy rośliny drzewiaste, dwupienne (u nas wierzby i topole), o liściach niepodzielonych z przylistkami. Kwiaty są jednopłciowe, nagie, zebrane w kwiatostany kłosowe, zw. kotką. Kwiaty pręcikowe składają się z dwóch (u wielu gatunków wierzb) lub więcej pręcików, kwiaty słupkowe składają się z jednego słupka dwukrotnego, jednokomorowego z licznymi zalążkami; słupek jest zakończony dwoma znamionami; prócz tego kwiaty wierzb posiadają jeden lub dwa miodniki; są zapylane przez owady (wierzby) lub przez wiatr (topole). Jako owoc tworzy się torebka, pękająca dwiema klapami; puszyste nasiona są rozsiewane przez wiatr; nasiona są bezbielmowe.

Wierzbowate są jedyną rodziną, zaliczaną do rzędu wierzbowych (Salicales).

5. Rodzina: Krzyżowe (*Cruciferae*).

a) RZEŻUCHA ŁĄKOWA (*Cardamine pratensis*, rys. 169, 170). Rzeżucha łąkowa jest byliną pospolitą, nieraz wiosną masowo rosnącą na naszych łąkach. Z zimujących pąków corocznie wiosną wyrastają wzniesione pędy, ulistnione skrętoległe, zakończone białymi lub liljowymi kwiatami.



Rys. 169. Rzeżucha łukowa: *A*—gałązka z kwiatami; *B*—dolna część pędu z korzeniami i liśćmi; *C*—pojedynczy kwiat; *D*—kwiat po usunięciu okwiatu: pozostały czterosilne pręciki i słupek; *E* — dojrzewający w owoc słupek z odchyloną ścianką zalążni, w celu zobaczenia zalążków, dojrzewających w nasiona.

Kwiatostany. Kwiaty rzeżuchy są osadzone na mniej lub więcej długich szypułkach kwiatowych, wyrastających z pędu głównego, przyczem przysadki nie rozwijają się; kwiaty starsze u dołu kwiatostanu mają dłuższe szypułki, aniżeli kwiaty młodsze, niewyrosnięte u góry; kwiatostan rzeżuchy jest kwiatostanem groniastym pośrednim między gronem i baldachem (u góry kwiatostanu); nazywamy go również baldachogronem.



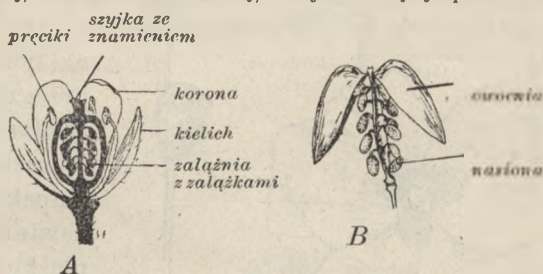
Rys. 170. Narys kwiatu rzeżuchy; wśród pręcików widzimy dwa pręciki o nitkach krótszych, tworzące okółek zewnętrzny i cztery o nitkach dłuższych, tworzące okółek wewnętrzny (na narysie mniejsze).

Kwiaty. Kwiaty rzeżuchy są obupłciowe, promieniste, barwne; składają się z czterech działek kielicha, ustawionych w dwóch okółkach po dwa, z czterech wolnych płatków korony, ustawionych nakrzyż, z sześciu pręcików i jednego słupka. Pręciki są nierównej długości: cztery z nich posiadają dłuższe nitki pręcikowe, a dwa krótsze; tego rodzaju pręcikowie nazywamy czterosilnem. Dokładniejsze badania wykazałyby nam, że pręciki rzeżuchy są, podobnie jak działki kielicha, ustawione w dwóch okółkach, przyczem w okółku zewnętrznym znajdują się dwa pręciki o nitkach krótszych, a w wewnętrznym cztery o nitkach dłuższych. Słupek posiada wydłużoną zalążnię, krótką szyjkę,

zakończoną główkowatym znamieniem; jest on dwukrotny (zrośnięty z dwóch owocolistków), dwukomorowy, z licznymi zalążkami. Wzór kwiatu rzeżuchy jest: $K_{2+2} C_4 A_{2+4} G_{(2)}$; narys podajemy na rysunku 170.

Zapylenie i owoce. Rzeżucha jest rośliną owadopylną, przyczem na dnie kwiatowym u podstawy pręcików znajdują się miodniki. Po zapyleniu i zapłodnieniu słupek przekształca się w owoc suchy, podłużny, spłaszczony, pękający podłużnie z dwóch stron, tak że ścianki owocni odchylają się na boki, a nasiona siedzą na przegrodzie komorowej. Ovoc taki nazywamy łuszczyną. Nasiona są bezbielmowe, ze zgiętym zarodkiem.

b) **TASZNIK POSPOLITY** (*Capsella bursa pastoris*, rys. 171). Tasznik jest rośliną bardzo pospolitą, t. zw. ruderalną, t. j. rosnącą przeważnie w pobliżu siedzib ludzkich. Jest to roślina jednoroczna lub dwuletnia, o kwiatach drobnych, zupełnie podobnie zbudowanych jak u rzeżuchy; kwitnie przez wszystkie miesiące okresu wegetacyjnego; owoc jednak u tasznika jest mniejszy, sercowato trójkątny, na szczycie wycięty i opatrzone krótką szyjką; owoc taki nazywamy łuszczynką.



Rys. 171. Kwiat i owoc tasznika: A — kwiat w przekroju podłużnym (nieco powiększony); B — pękający owoc — łuszczynka.

Podobne kwiaty i pędy jak rzeżucha i tasznik tworzy jeszcze cały szereg gatunków roślin, jak lak (*Cheiranthus cheiri*), gorczyca (*Sinapis*), gęsiówka (*Arabis*), wiosnówka (*Erophila verna*) i inne. Zaliczamy je wszystkie do rodziny krzyżowych.

Rodzina krzyżowych (*Cruciferae*) obejmuje liczne gatunki roślin jednorocznych i bylin o ulistnieniu skrętoległym i kwiatostanach groniastych. Kwiaty są o typie jednakowym; są one obupłciowe, promieniste, barwne, wolnopłatkowe, wzoru $K_{2+2} C_4 A_{2+4} G_{(2)}$, o pręcikowiu czterosilnym, dwukrotnej, dwukomorowej złożni z licznymi zalążkami; listki kwiatu są ustawione w okółkach międzyległych. Kwiaty są zapylane przez owady, przyczem słodycz zbiera się na dnie kwiatowym. Owocem jest łuszczyna lub łuszczynka. Nasiona są bezbielmowe; zarodek jest zgięty. Do rodziny tej należy dużo roślin polnych i chwastów; należą również i rośliny uprawne, jak rzepak, rzodkiewka, kapusta (patrz str. 10 i 77), chrzan, gorczyca i t. p., oraz ozdobne jak lak, lewkonja. Rośliny krzyżowe występują głównie na półkuli północnej świata, najliczniej są reprezentowane we florze obszarów śródziemnomorskich.

6. Rodzina: Makowate (*Papaveraceae*).

a) MAK POLNY (*Papaver Rhoeas*, rys. 172, 173). Mak polny jest rośliną jednoroczną, pospolitą na polach uprawnych. W pędach maku wytwarza się trujący sok mleczny, o gorzkim smaku.

Kwiaty. Pędy maku są zakończone dużymi, obupłciowymi, barwnymi, promienistymi kwiatami. Mak kwitnie od maja do sierpnia. Kwiaty w pąku są zwieszane ku dołowi, dopiero przy rozkwitaniu szypułka kwiatowa się wyprostowuje i kwiaty są zwrócone ku górze lub nieco pochylone. Kwiat składa się z dwóch działek kielicha, odpadających przy rozwijaniu się kwiatu, z czterech dużych czerwonych, wolnych płatków, ustawionych w dwóch okółkach, licznych pręcików i jednego wielokrotnego (zrosniętego z kilkunastu owocolistków), beczułkowatego słupka; duża zalążnia podzielona jest

na liczne przegrody, przyczem przegrody te nie dochodzą do środka zaląźni; liczne zaląźki wyrastają na tych przegrodach; słupek maku posiada bardzo ciekawie ułożone znamiona w postaci płaskiej tarczy znamieniowej, nakrywającej zaląźnię. Wzór kwiatu maku jest: $K_2 C_{2+2} A_n G_{(n)}$; narys podajemy na rys. 173.



Rys. 172. Mak polny; z lewej strony pęd, zakończony kwiatem, i z kwiatem w pąku; na prawo — owoc - makówka.



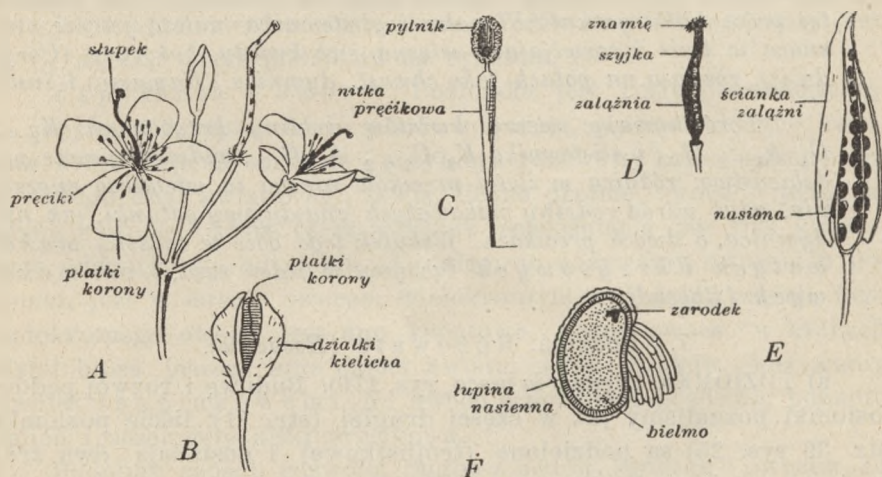
Rys. 173. Narys kwiatu maku; na zewnątrz widzimy dwie działki kielicha, następnie cztery płatki w dwóch okółkach i liczne pręciki; w środku słupek z przegrodami, nie dochodzącymi do środka; na przegrodach siedzą liczne zaląźki.

Zapylanie. Mak jest rośliną owadopylną, nie posiada jednak miodników; w jego otwartych, dużych, barwnych, dostępnych łatwo dla owadów, kwiatach wytwarza się duża ilość pyłku, zwa-

biającego muchy i pszczoły, które się nim karmią i przenoszą pyłek z kwiatu na kwiat.

Owoce i nasiona. Po zapłodnieniu wytwarza się bardzo charakterystyczny owoc suchy, z licznymi nasionami; owoc ten pęka, tworząc szczeliny pod tarczą znamieniową; taki owoc, podobnie jak u tulipana, nazywamy torebką, a w szczególnym wypadku u maku—makówką. Nasiona są bardzo drobne i lekkie; są rozsiewane przez wiatr; zawierają oleiste bielmo. Po wydaniu owoców cała roślina ginie.

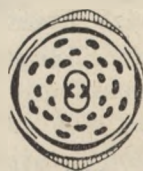
b) GLISTEWNIK ALBO GLISTNIK (*Chelidonium majus*, rys. 174, 175). Kwiaty i pędy glistewnika poznaliśmy na pierwszym wykładzie (str. 3); pędy



Rys. 174. Kwiaty, owoc i nasiona glistewnika: A—szczyt pędu z kwiatami; B—kwiat w pąku; C—pojedynczy pręcik—poniżej pylnika bardzo charakterystyczne zwięźnienie nitki pręcikowej; D—pojedynczy słupek; E—owoc pękający; F—nasienie w przekroju; widzimy, że nasienie jest bielmowe; prócz tego nasienie posiada oleisty wyrostek (z prawej strony); (patrz również rys. 1).

glistewnika są podobne do pędów maku; posiadają liście podzielone oraz wytwarzają sok mleczny. Kwiaty są również barwne, promieniste i składają się z dwóch działek opadających, zupełnie podobnie jak u maku, z czterech ułożonych w dwóch okółkach płatków, licznych pręcików i jednego dwukrotnego, jednokomorowego słupka. Wzór kwiatu: $K_2 C_2 + 2 A_n G_{(2)}$; narys podajemy na rysunku 175. Kwiaty glistewnika są zapylane przez owady, a po zapłodnieniu powstaje wielonasienny, pękający, suchy owoc—torebka; zewnętrznie owoc ten jest podobny do łuszczyzny, różni się jednak między innymi tem, że jest jednokomorowy.

Drobne nasiona posiadają oleiste wyrostki, zjadane



Rys. 175. Narys kwiatu glistewnika.

przez mrówki, mrówki też roznoszą nasiona glistewnika i przyczyniają się do jego rozsiewania.

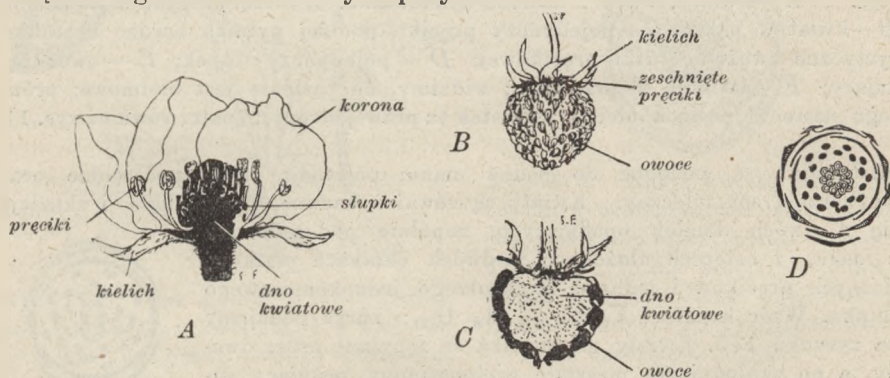
Widzimy więc, że pędy i kwiaty maku i glistewnika są bardzo do siebie podobne, to też zaliczamy je do rodziny makowatych.

Rodzina makowatych (*Papaveraceae*) obejmuje rośliny zielne, jednoroczne lub wieloletnie, o pędach ulistnionych skrętolegle i liściach podzielonych. Kwiaty są barwne, owadopylne, wolnopłatkowe, dwukrotne, wzoru: albo $K_2 C_{2+2} A_n G_{(n)}$ (mak), albo $K_2 C_{2+2} A_n G_{(2)}$ (glistewnik). Owocem jest przeważnie wirlo-nasienna torebka. Prócz tego pędy poznanych roślin z tej rodziny—maku i glistewnika—wytwarzają sok mleczny. Do rodziny tej prócz kilku gatunków maku i glistewnika należą jeszcze: rosnąca w lesie i rozwijająca wiosną swe kwiaty, kokorycz (*Corydalis*), rosnąca na polach jako chwast, dymnica (*Fumaria*) i inne.

Porównyując wzory kwiatów rodziny krzyżowych: $K_{2+2} C_4 A_{4+2} G_{(2)}$ i glistewnika $K_2 C_{2+2} A_n G_{(2)}$, widzimy pewne podobieństwo; różnica w ilości pręcików nie ma tu wielkiego znaczenia, gdyż wśród rodziny makowatych znajdujemy gatunki, jak np. dymnica, o dwóch pręcikach. Wskutek tego obie te rodziny makowatych i krzyżowych łączymy w jeden rząd, t. zw. makowych (*Rhoeadales*).

7. Rodzina: Różowate (*Rosaceae*).

a) POZIOMKA (*Fragaria vesca*, rys. 176). Budowę i rozwój pędów poziomki poznaliśmy już w części drugiej (str. 71); liście poziomki (str. 39 rys. 25) są podzielone (trójlistkowe) i posiadają dwa zrośnięte z ogonkiem liściowym przylistki.



Rys. 176. Kwiat i owoce poziomki; A — kwiat w przekroju podłużnym powiększony cztery razy; B — owoc wielokrotny z zewnątrz; C — owoc wielokrotny w przekroju wielkości naturalnej; D — narys; w narysie naze-wnątrz kielicha listki kieliszka; (patrz również rys. 81).

K w i a t y. Poziomka kwitnie w maju i czerwcu; tworzy ona nieduże, białe, obupłciowe, wolnopłatkowe, promieniste kwiaty; okwiat składa się z pięciu zielonych działek kielicha i pięciu białych płatków, przyczem każdy płatek leży między działkami kielicha; prócz tego nazewnątrz pod kielichem znajduje się pięć listków międzyległych do działek kielicha; tworzą one t. zw. kieliszek; liczne pręciki są ustawione w okółkach; słupki są liczne, wolne, siedzą na dnie kwiatowem, które u poziomki jest wypukłe i rozrośnięte; każdy słupek jest jednokrotny, jednokomorowy z jednym zalążkiem, przyczem szyjka z płaskim znamieniem wyrasta z boku zaląźni; pojedyncze zalążki wyrastają z boku ścianek zaląźni; są one odwrócone, okienkiem zwrócone ku górze. Wzór kwiatów poziomki jest: $K_5 C_5 A_n G_n$; narys podajemy na rysunku 176 D.

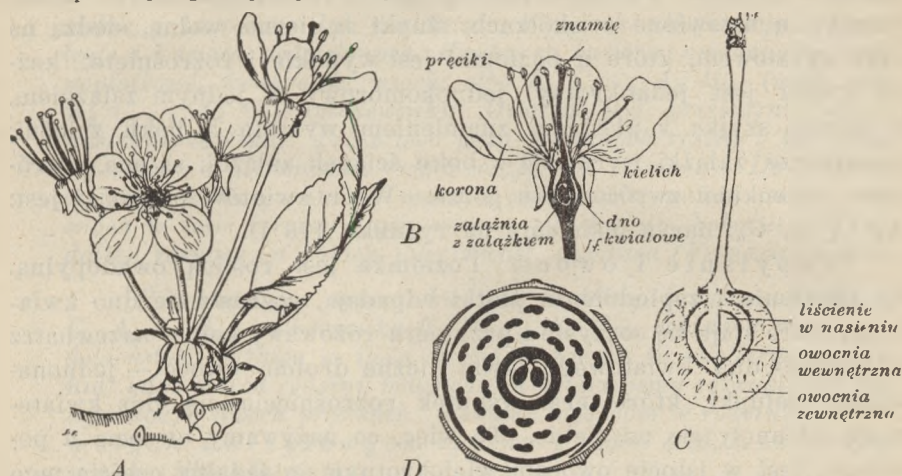
Z a p y l a n i e i o w o c e. Poziomka jest rośliną owadopylną. Po zapyleniu i zapłodnieniu płatki odpadają, rozrasta się dno kwiatowe, które staje się soczyste i przybiera różowawy kolor; nazewnątrz mięsistego dna kwiatowego tkwią liczne drobne owoce — jednosiennie niełupki, które teraz wskutek rozrośnięcia się dna kwiatowego odsunęły się od siebie. To więc, co nazywamy owocem u poziomki, jest w istocie owocem wielokrotnym, a jadalną częścią tego wielokrotnego owocu jest dno kwiatowe. Takie owoce, w których udział biorą jeszcze inne części kwiatu, prócz słupków, nazywamy również szupinkowemi. Na owocu u poziomki pozostają ponadto kielich i zeschnięte nitki pręcikowe.

Podobny sposób rozwoju, budowy pędów, kwiatów i owoców, co i poziomka, posiada powszechnie uprawiana w ogrodach truskawka.

b) CZEREŚNIA (*Prunus avium*, rys. 177). Czereśnie są drzewami pospolicie u nas hodowanemi po ogrodach.

K w i a t y. Duże białe, promieniste kwiaty czereśni wyrastają na pędach skróconych, w kwiatostanach baldachowych, podobnie jak u pierwiosnka. Okwiat, to znaczy kielich i koronę, oraz pręciki, mają kwiaty czereśni zupełnie podobnie zbudowane jak w kwiatach poziomki; w kwiecie czereśni znajdujemy pięć zielonych działek kielicha, pięć białych płatków korony oraz liczne pręciki. Dno kwiatowe jest również bardzo rozrośnięte; ma ono u czereśni kształt słoika, na którego brzegu są osadzone okwiat i pręciki, na dnie zaś wyrasta jeden słupek z ukrytą na dnie kwiatowem zaląźnią, dość długą szyjką i znamieniem, wychylającym się wśród pręcików. Zaląźnia słupka w kwiatkach czereśni leży poniżej okwiatu i pręcikowia; tego rodzaju okwiat nazywamy górnym, podczas gdy pra-

wie u wszystkich przez nas rozpatrywanych roślin okwiat wyrasta poniżej słupka—był dolnym. Słupek u czereśni jest jednokrotny, jednokomorowy z dwoma zalążkami. Zalążki wyrastają na brzegu owocolistków (łożysko brzeżne) z boku zalązni; są one odwrócone, okienkiem zwrócone ku górze. Wzór kwiatu czereśni jest: $K_5 C_5 A_n G_1$; narys podajemy na rysunku 177 D.



Rys. 177. Kwiaty i owoc czereśni: *A*—pęd roczny z kwiatami, nieco zmniejszony; *B*—kwiat w przekroju podłużnym, wielkości naturalnej; *C*—owoc-pestkowiec w przekroju podłużnym (widać w środku nasienie z dwoma liścieniami i kielkiem); *D*—narys; jak widzimy na narysie, pręciki są ułożone w trzech okółkach; w środku słupek z dwoma zalążkami.

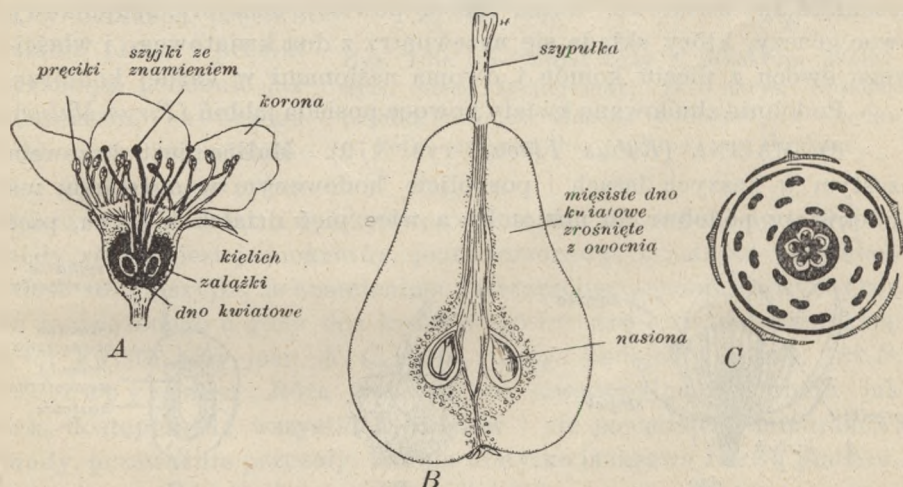
Zapyłanie. Kwiaty czereśni są owadopylne, zapyłane przede wszystkim przez pszczoły. Pszczoły zwabia duża biała korona, zapach kwiatu oraz słodycz, wydzielana na wewnętrznej stronie dna kwiatowego. Kwiaty czereśni, prócz tego, mają tę właściwość, że naprzód w nich dojrzewają słupki, a dopiero po zapyleniu słupków—pręciki. W kwiatach więc czereśni możemy wyróżnić dwa okresy rozwojowe: jeden okres zaraz po rozwinięciu się kwiatów, kiedy słupki są już dojrzałe, a pylniki się nie otwierają (okres słupkowy) i drugi okres późniejszy, kiedy słupek jest już zapyłony i z dojrzałych pylników wysypuje się pyłek (okres pręcikowy); tego rodzaju kwiaty nazywamy przedślupniami. Dzięki temu urządzeniu następuje krzyżowe zapylenie.

Owoce. Po zapyleniu i zapłodnieniu u czereśni dno kwiatowe z pręcikami i okwiatem odpada, odpada również szyjka słupka i pozostaje zalążnia, przekształcająca się w owoc. Ścianki

jednak zalążni, tworzące owocnie, przekształcają się niejednakowo: zewnętrzne jej części mięśnieją, w komórkach wytwarza się obficie barwny, słodki sok komórkowy; natomiast komórki warstw, zwróconych ku wewnątrz od strony nasienia, tracą swą treść, błony ich silnie grubieją i drewnieją; w ten sposób w owocniach czereśni wyróżniamy owocnię zewnętrzną, barwną, soczystą, jadalną, i owocnię wewnętrzną, tworzącą twardą skorupę. Z dwóch zalążków rozwija się tylko jeden; owoc czereśni jest jednonasienny. To więc, co nazywamy u czereśni pestką, jest zdrewniałą wewnętrzną owocnią z nasieniem. Tego rodzaju owoc mięsisty, którego nasiona są rozsiewane przeważnie przez ptaki, nazywamy pestkowcem.

Podobne do czereśni owoce wytwarzają wiśnie (*Prunus cerasus*), śliwki (*P. domestica*), tarnina (*P. spinosa*), morela (*P. Armeniaca*), migdał (*Amygdalus nana*).

c) GRUSZA (*Pirus communis*, rys. 178). Kwiaty. Kwiaty gruszy mają podobnie zbudowany okwiat, jak u czereśni, dwadzieścia, ułożonych w trzech okółkach pręcików, natomiast mają inaczej zbudowane dno kwiatowe i słupkowie; dno kwiatowe jest również rozszerzone, słoikowate, ale słupków jest pięć, zrosniętych ze sobą zalążnikami i nazewnątrż zrosniętych jeszcze z dnem kwiatowem. Pięć wolnych szyjek słupka wychyla się wśród pręcików z dna kwiatowego.



Rys. 178. Kwiat i owoc gruszy; A — kwiat w przekroju podłużnym, B — owoc w przekroju podłużnym; w przekrojonem podłużnie nasieniu z lewej strony widzimy dwa liścienie i u góry kielek; kropkami zaznaczone miejsce, gdzie występują t. zw. komórki kamienne (patrz rys. 10 str. 15); C — narys.

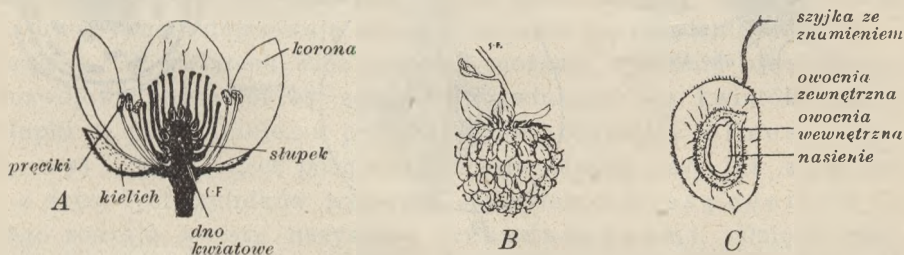
Tego rodzaju słupek, którego zalążnia, zrosnięta z dnem kwiatowem, leży niżej okwiatu i pręcikowia, nazywamy *dolnym*. Słupki prawie wszystkich, dotychczas przez nas poznanych roślin były górne; jedynie u brzoźowatych i bukowatych były dolne. To, czy słupek jest górny, czy dolny, ma bardzo ważne znaczenie dla systematycznego układu roślin i będziemy to odtąd stale zaznaczać. Słupek u gruszy jest pięciokomorowy, a w każdej komorze znajdują się po dwa zalążki. Wzór kwiatu gruszy jest $K_5 C_5 A_{20} \overline{G}_{(5)}$, przyczem dla zaznaczenia, że słupek jest dolny, umieszczamy kreskę nad liczbą, oznaczającą ilość owocolistków; narys podajemy na rys. 178 C.

Zapyłanie. Kwiaty gruszy są, podobnie jak kwiaty czereśni, owadopylne i przedsłupne; są one otwarte około 7 do 8 dni, przyczem przez pierwsze dwa do czterech dni są w okresie słupkowem, a resztę dni w okresie pręcikowem. Słodycz wydziela się z dna kwiatowego koło wychylających się szyjek słupka.

Owoce. Po zapłodnieniu płatki korony odpadają, kielich i nitki pręcikowe schną i pozostają na owocu. Zalążnia rozrasta się, przyczem dokładne badania wykazywałyby, że w każdym owocu wyróżnia się soczysta owocnia zewnętrzna i owocnia wewnętrzna, ta ostatnia w postaci warstwy pergaminowej, otaczającej komory z nasionami. Mięśnienie i rozrasta się również leżące nazewnątrz i z zalążnią zrosnięte dno kwiatowe. W ten sposób powstaje soczysty, szupinkowy owoc gruszy, który składa się nazewnątrz z dna kwiatowego i właściwego owocu z pięciu komór i dwoma nasionami w każdej komorze.

Podobnie zbudowane kwiaty i owoce posiada jabłoń (*Pirus Malus*).

d) **MALINA** (*Rubus Idaeus*, rys. 179). Malina jest krzewem częstym w naszych lasach i pospolicie hodowanym w ogrodach; ma ona kwiaty podobne do poziomki, a więc pięć działek kielicha, pięć

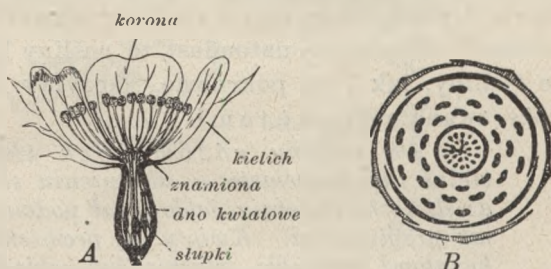


Rys. 179. Kwiat i owoce maliny; A — kwiat w przekroju podłużnym, powiększony cztery razy; B — owoc wielokrotny — na owocu widzimy u góry kielich i zeschnięte nitki pręcikowe; na poszczególnych owocach szyjki; C — pojedynczy owoc, przekrojony podłużnie, kilka razy powiększony.

białych płatków korony, liczne pręciki i liczne jednokrotne, jednokomorowe słupki na rozrośniętym, stożkowatym dnie kwiatowym. Po zapłodnieniu owocia każdego słupka rozrasta się i, podobnie jak u czereśni, wytwarza się w niej soczysta, zewnętrzna owocia i skorupiasta owocia wewnętrzna. Z każdego więc słupka u maliny powstaje owoc pestkowiec, a wszystkie razem tworzą na dnie kwiatowym owoc złożony—wielokrotny. U maliny więc jadalne są owoce zewnętrzne.

e) RÓŻA POLNA (*Rosa canina*, rys. 180). Róża polna jest rośliną drzewiastą, często u nas spotykaną w zaroślach lub na miedzach. Pęd róży pokryty jest liśćmi złożonymi, nieparzysto pierzastymi; u nasady każdego liścia znajdują się po dwa przylistki. Pędy, nerwy liścia oraz szypułki kwiatów posiadają kolce, będące wytworami skórki i warstw komórek, pod skórką położonych. Róża polna kwitnie w czerwcu.

Kwiaty. W pięknym, barwnym, promienistym kwiecie róży znajdujemy również pięć zielonych działek kielicha, pięć dużych różowych płatków i liczne, ułożone w okółkach pręciki. Działki, płatki i pręciki wyrastają, podobnie jak u czereśni, na brzegu kubkowato rozrośniętego, wydrążonego dna



Rys. 180. A—kwiat róży w przekroju podłużnym, nieco zmniejszony; B—narys; widzimy pręciki, również ułożone okółkowo; w środku kółko oznacza dno kwiatowe ze słupkami.

kwiatowego; wewnątrz dna kwiatowego siedzą liczne owłosione słupki; każdy słupek jest jednokrotny, jednokomorowy, z jednym zalążkiem i dość długą szyjką ze znamieniem rozszerzonym; znamiona wychylają się ze zwężonego u góry dna kwiatowego i to dno kwiatowe zamykają. Wzór kwiatu róży jest: $K_5 C_5 A_n G_n$; narys podajemy na rys. 180 B.

Zapylanie. Róża jest rośliną owadopylną, podobnie jak mak, dostępną dla wszystkich owadów i nie posiadającą miodników; owady, przeważnie pszczoły, zwabia nie tylko jaskrawą barwą płatków, ale i silną wonią, wydzielaną przez płatki.

Owoce. Po zapyleniu wytwarzają się owoce—niełupki, które tkwią wewnątrz dna kwiatowego, samo zaś dno kwiatowe mięśnieje, czerwienieje i odpada razem z owocami; czerwone dno kwiatowe zwabia ptaki, które je pożerają i jednocześnie rozsiewają owoce.

To więc, co u róży nazywamy owocem, jest, podobnie jak u poziomki lub maliny, owocem wielokrotnym, szupinkowym. Z mięsistego dna kwiatowego róży często wyrabiają smaczne konfitury.

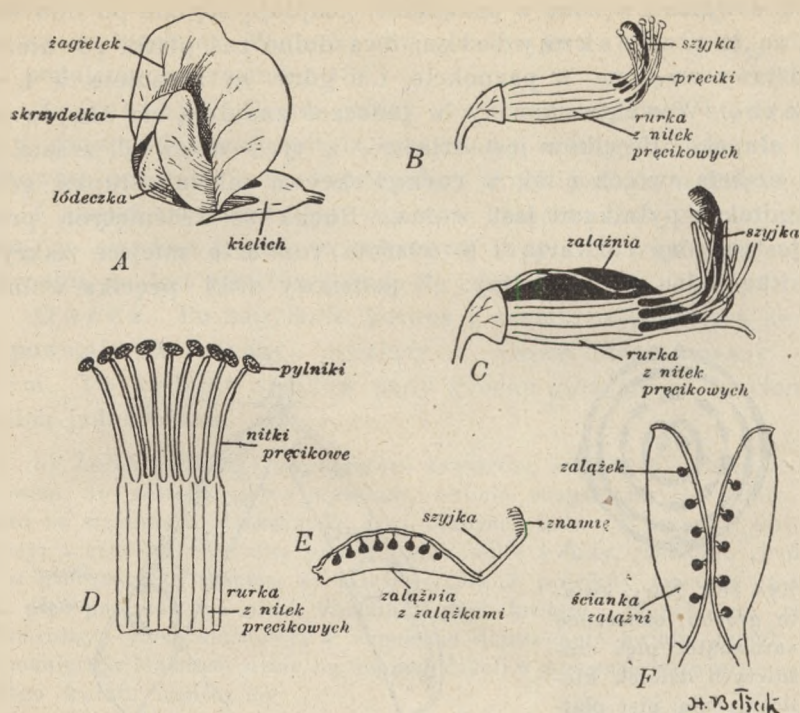
W naszej florze występuje kilkanaście gatunków róż; prócz tego róże powszechnie są hodowane w ogrodach jako jedne z ozdobięszych i piękniejszych roślin, wyróżniających się nie tylko różnorodnymi, niezwykle subtelnymi barwami, ale i silną wonią. Kwiaty róż hodowanych są przeważnie t. zw. pełne, t. j. nie posiadają ani normalnych pręcików, ani słupków; zamiast tych organów wytwarzają się liczne płatki; często też w różach pełnych na płatkach wewnętrznych możemy obserwować niewykształcone pylniki.

W budowie pędów i kwiatów, poznanych przez nas: poziomki, gruszy, czereśni, maliny i róży, widzimy wiele podobieństwa; liście wszystkich tych roślin posiadają po dwa przylistki; kwiaty mają podobnie zbudowany okwiat, znaczną ilość pręcików, ułożonych okółkowo, i rozrośnięte dno kwiatowe; słupki są jednokomorowe, jednokrotne. Różnią się natomiast te rośliny budową owoców; wszystkie te rośliny, jak i im pokrewne, łączymy w jedną dużą rodzinę, od róży zwaną różowatymi.

Do rodziny różowatych (*Rosaceae*) zaliczamy rośliny zielne lub drzewiaste o ulistnieniu skrętoległym i liściach niepodzielonych (czereśnia, jabłoń) lub podzielonych (róża, malina) z dwoma przylistkami. Kwiaty są promieniste i mają rozrośnięte dno kwiatowe (wypukłe, płaskie lub wklęsłe), u większości gatunków pięć działek kielicha, pięć wolnych płatków korony, liczne pręciki, przeważnie ułożone w okółkach, oraz liczne (kilka lub jeden) słupki; słupki są przeważnie jednokrotne; wzór kwiatu poziomki, maliny i róży: $K_5 C_5 A_n G_n$, jabłoni: $K_5 C_5 A_{20} G_{(5)}$ i czereśni: $K_5 C_5 A_n G_1$; słupki mogą być górne (poziomka, malina) lub dolne (grusza). Kwiaty są przeważnie barwne, owadopylne, przeważnie przedślupne. Dno kwiatowe po zapyleniu albo odpada (u czereśni), albo mięśniej i owce albo tkwią na niem zewnętrznie (poziomka, malina), albo są umieszczone wewnątrz dna kwiatowego (róża), albo się z dnem kwiatowym zrastają (grusza, jabłoń). Pojedyncze owoce są przeważnie jednonasienne, suche nieślupki lub mięsiste pestkowce; nasiona są przeważnie bezbielmowe. Do rodziny tej należą liczne rośliny, dziko rosnące lub hodowane w ogrodach dla ozdoby, jak róża, lub wreszcie hodowane i uprawiane dla jadalnych owoców, jak: grusze, jabłonie, śliwy, czereśnie, wiśnie, morele, truskawki i maliny.

8. Rodzina: Motylkowate (*Papilionaceae*).

a) GROCH SIEWNY (*Pisum sativum*, rys. 181, 182, 183). Groch siewny jest rośliną jednoroczną, powszechnie u nas uprawianą. Budowę pędów i liści u grochu omówiliśmy na stronie 92 rys. 97.



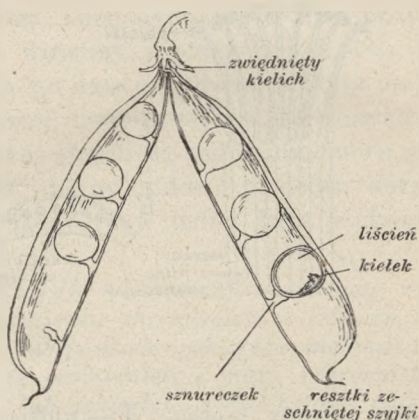
Rys. 181. Kwiaty grochu: *A* — widziany z zewnątrz; *B* — po usunięciu okwiatu; pręciki już dojrzałe; *C* — to samo, ale kwiat starszy, pylniki już opadły; *D* — pręcikowie, zrosnięte nitkami u dołu — rozprostowane; *E* — słupek z przeświecającymi zalążkami; *F* — słupek po rozchyleniu ścian załączni w celu uwidocznienia zalążków: (patrz również rys. 97).

Kwiaty. W kącie liści na pędzie grochu wyrastają w maju i czerwcu pędy boczne z jednym lub dwoma kwiatami. Kwiaty składają się z pięciu zielonych działek, okrywających dolną część korony kwiatów i zrosniętych u podstawy w krótką rurkę; działki te są niejednakowe i nierównomiernie rozłożone: ze strony górnej kwiatu znajdują się dwie działki, ze strony dolnej — trzy; działki strony dolnej są węższe, przyczem środkowa wystaje nazewnątrz i swemi brzegami pokrywa brzegi dwóch sąsiednich. Barwna korona składa się również z pięciu płatków niejednakowych: górny największy płatek z zielonemi nerwami jest szeroki, u góry wcięty z drobnym wyrostkiem, i u dołu zwężony w krótki paznokciek; płatek ten nazywamy żagielkiem; żagielek jest podłużnie złożony i okrywa płatki wewnętrzne; z płatków tych dwa są jednakowe,

u dołu również zwężone w paznokieć; znajdują się one po obu stronach; są to t. zw. skrzydełka; dwa dolne zaś płatki również są u podstawy zwężone w paznokcie i u góry są zrośnięte w t. zw. łódeczkę. Wewnątrz korony w łódeczce znajdują się ukryte pręciki i słupek. Pręcików jest dziesięć, z tych dziewięć zrasta się dolną częścią swoich nitek w rurkę i okrywa zalążnię słupka, górna część nitek z pylnikami jest wolna. Rurka ze zrośniętych pręcików jest u góry rozwarta i to właśnie rozwarte miejsce zakrywa swą nitką jeden pręcik wolny. U podstawy nitki pręcika wolnego



Rys. 182. Narzeczka kwiatu grochu; oznaczone nazewnastz pięć zrośniętych działek kielicha, dalej pięć płatków (u góry żagielek, z boku skrzydełka, u dołu zrośnięta łódeczka), pręcikowie (dziewięć zrośniętych nitkami, u góry jeden wolny) i w środku jednokomorowy słupek.



Rys. 183. Pęknięty owoc-strąk grochu z nasionami; jedno nasienie (na rysunku u dołu z prawej strony), przecięte podłużnie w celu wykazania położenia kielka w stosunku do sznureczka. Nieco zmniejszone.

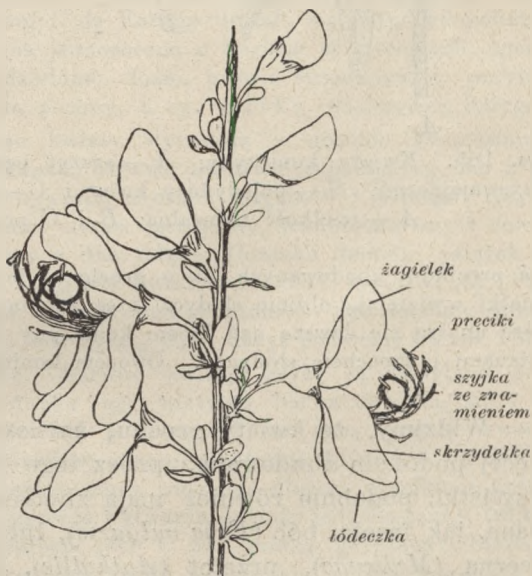
z obu stron znajdują się otwory do wnętrza rurki. U podstawy rurki pręcikowej (ze strony wewnętrznej, przylegającej do słupka) wydziela się słodycz; do tej słodyczy można się dostać przez te otwory. Słupek posiada dużą, spłaszczoną zalążnię, wygiętą szyjkę z włoskami, tworzącą rodzaj grzebyczka poniżej znamienia. Słupek ten jest jednokrotny, jednokomorowy z zalążkami odwróconymi, wyrastającymi, podobnie jak u kaczynca, na brzegu zrośniętych owocolistków (łożysko brzeżne). Przez owocolistek grochu, z którego powstał słupek, przebiega nerw środkowy, od którego odchodzą nerwy boczne; owocolistek ten jest zwinięty wzdłuż nerwu środkowego. Kwiaty grochu są tak zbudowane, że przez nie można

przeprowadzić tylko jedną płaszczyznę symetrii; kwiaty więc grochu są grzbieciste. Wzór kwiatu grochu jest: $K_{(5)} C_5 A_{10} G_1$; narys podajemy na rysunku 182.

Zapylanie. Groch należy do licznej rodziny, którą od korony, przypominającej motyla, nazywamy *motylkowatemi*; motylkowate przeważnie są owadopylne; groch jednak, u którego pręciki i słupki są zamknięte, posiada łódeczkę tak mocno zbudowaną, że owadom trudno ją otworzyć, zapyla się więc sam; mówimy o grochu, że jest rośliną samopylną.

Owoce. Po zapyleniu korona i pręciki odpadają, a ze słupka powstaje owoc suchy, pękający z dwóch stron, zwany strąkiem. Po wydaniu strąków pędy grochu giną, groch bowiem jest rośliną jednoroczną.

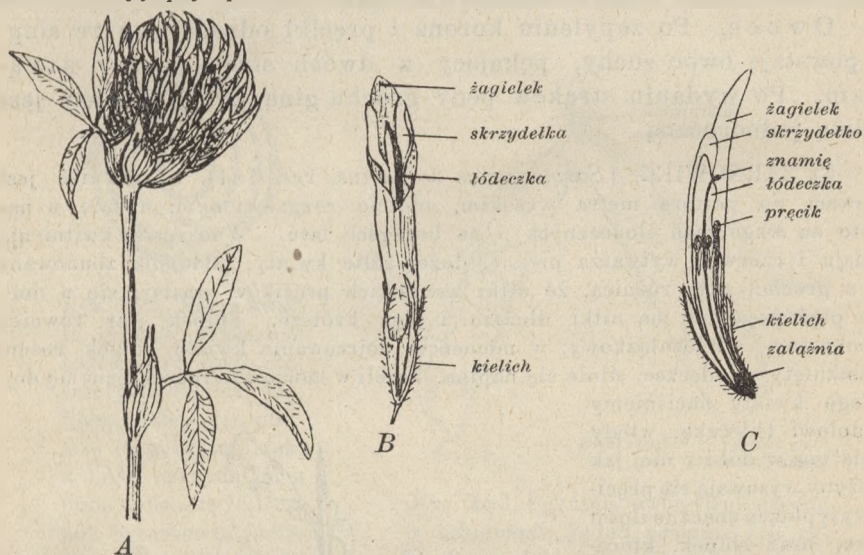
b) **ŻARNOWIEC** (*Sarothamnus scoparius*, rys. 184). Żarnowiec jest krzewem do półtora metra wysokim, obficie rozgałęzionym; rośnie u nas często na wzgórzach słonecznych i na brzegach lasu. W okresie kwitnienia w maju i czerwcu wytwarza piękne, duże, żółte kwiaty, podobnie zbudowane jak u grochu, z tą różnicą, że nitki wszystkich pręcików zrastają się u dołu i że pięć pręcików ma nitki dłuższe i pięć krótsze. Słupek jest również jednokrotny, wi-łożałkowy; w momencie dojrzewania kwiatu słupek rośnie i, zamknięty w łódeczce, silnie się napina. Jeżeli w momencie rozwinięcia się dojrzałego kwiatu naciśniemy ku dołowi łódeczkę, wtedy opada ona w dół i z niej jak sprężyny wysuwają się pręciki, wysypujące znaczne ilości pyłku, oraz słupek, którego szyjka skręca się w pętlę. To samo dzieje się, jeżeli na kwiat siada owad (pszczoła lub trzmiel). Taki obsypany pyłkiem owad przelatuje na inne kwiaty i przenosi pyłek z jednego kwiatu na słupek drugiego. Oczywiście słupek może być również zapylony pyłkiem tego samego kwiatu, zapłodnienie jednak wtedy nie nastąpi, gdyż pyłek nie wykielkuje na znamieniu słupka tego samego kwiatu. Kwiaty żarnowca mają więc, podobnie jak kwiaty grochu, ukryte pręciki i słup-



Rys. 184. Górna część pędu żarnowca z kwiatami. Wielkość naturalna.

ki w łódeczce i mogą być dostępne tylko dla pewnych owadów, jak pszczoły i trzmiele. Po zapyleniu ze słupka powstaje również owoc—strąk. Strąk u żarnowca, jak u wielu motylkowatych, po dojrzeniu wysycha i pęka prawie nagle; łupiny jego wtedy skręcają się i rozsiewają nasiona.

c) KONICZYNA POLNA (*Trifolium pratense*, rys. 185). Koniczyna polna jest rośliną trwałą, często u nas uprawianą. Tworzy ona pędy roczne z liśćmi podzielonemi, trójlistkowemi z przylistkami (rys. 43). Drobne kwiaty purpurowo-czerwonawe są bezszypułkowe i licznie siedzą na skróconej łodyżce kwiatostanowej; tego rodzaju kwiatostan nazywamy główką. Kwiatki również mają pięć płatków zrosniętych ze sobą w dość długą rurkę, dzie-



Rys. 185. Kwiaty koniczyny: *A* — szczyt pędu z główką kwiatów i liśćmi przyswajającemi; *B* — pojedynczy kwiat i *C* — kwiat przekrojony podłużnie. *A* — wielkość naturalna; *B* i *C* powiększone 3 razy.

sięć przecików, zbudowanych jak u grochu, i jeden jednokrotny słupek; drobne kwiatki wydzielają obficie słodycz i są zapylane przez owady pszczołowate, które unoszą się zawsze nad łanem koniczyny i są zwabiane barwnymi kwiatostanami i zapachem słodyczy. Owocem koniczyny jest również strąk.

Widzimy, że kwiaty grochu, żarnowca i koniczyny są mniej więcej podobnie zbudowane; prócz tego liście ich posiadają po dwa przylistki; podobnie również mają zbudowane kwiaty rośliny uprawiane, jak fasola, bób (*Faba vulgaris*), łubin (*Lupinus*), wyka (*Vicia*), lucerna (*Medicago*), przelot (*Anthyllis*), a także drzewa, jak grechodrzew czyli t. zw. akacja (str. 43 rys. 45). Zaliczamy więc wszystkie te rośliny do rodziny motylkowatych.

Rodzina motylkowatych (*Papilionaceae*) obejmuje rośliny zielne i drzewiaste o liściach przeważnie podzielonych z przylistkami. Kwiaty są wolnopłatkowe, barwne, obupłciowe, grzbieciste o wzorze $K_5 C_5 A_{10} G_1$, przyczem płatki korony wyróżnicowują się na żagielek, skrzydelka i łódeczkę, a nitki pręcikowe są albo wolne, albo wszystkie zrosnięte dolnemi częściami swych nitek (żarnowiec), albo też zrasta się tylko dziewięć, a dziesiąty pozostaje wolny (groch, konieczyna); słupek jest górny, zawsze jednokrotny, jednokomorowy z zalążkami, o łożysku brzeżnem; pręciki i słupki są szczelnie ukryte w łódeczce wewnątrz kwiatów i są dostępne tylko dla pewnych owadów, jak trzmiele lub pszczoły i motyle; niektóre gatunki motylkowatych w krajach ciepłych są zapylane przez ptaki. Jako owoc wytwarza się strąk. Do rodziny tej u nas obok chwastów, jak nostrzyk i inne, należy szereg roślin polnych i leśnych oraz uprawnych; należą również i drzewa przeniesione do nas z Ameryki Północnej. W innych obszarach rodzina ta jest reprezentowana przez bardzo liczne gatunki drzew, pnączy, suchorostów i innych.

Różowate i motylkowate zaliczamy do rzędu różowych (*Rosales*).

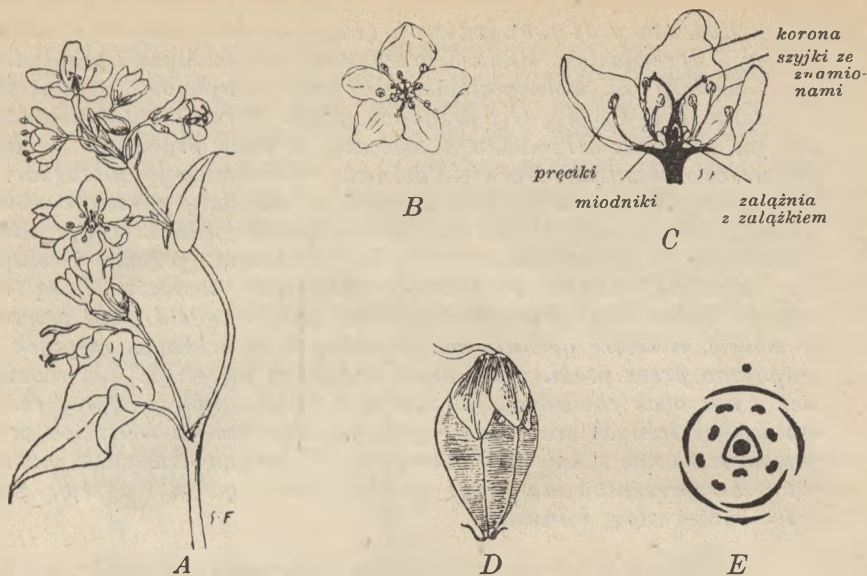
9. Rodzina: Rdestowate (*Polygonaceae*).

GRYKA ZWYCZAJNA (*Fagopyrum sagittatum*, rys. 192). Gryka zwyczajna jest rośliną powszechnie u nas uprawianą, dzięki jadalnym nasionom; pochodzi z Azji środkowej i do Europy dostała się najprawdopodobniej dzięki Tatarom. Jest to roślina jednoroczna o liściach skrętoległych, ogonkowych, blaszce liściowej niepodzielonej, dużej, prawie strzałkowatej; przylistki zrastają się w długą tutkowatą pochwę, t. zw. gatkę, obejmującą łodygę.

Kwiaty. Dość drobne kwiaty wyrastają w gęstych kwiatostanach. Kwiaty są obupłciowe, promieniste, barwne, otwarte; składają się one z pięciu białych, wolnych listków okwiatu, z ośmiu pręcików i jednego trzykrotnego słupka z trzema szyjkami; słupek jest górny, jednokomorowy i zawiera tylko jeden zalążek, wyrastający z dna zalążni (łożysko denne); zalążek jest prosty i okienkiem zwrócony ku górze kwiatu (str. 137 rys. 147 A). Prócz tego u nasady słupka znajduje się pierścień gruczołowy, wydzielający słodycz (miodniki). Wzór kwiatów gryki jest: $P_5 A_8 G_{(3)}$; narys podajemy na rys. 186 E.

Zapylanie i owoce. Barwne kwiaty gryki są zapylane przez owady: pszczoły lub muchy; owady nęci nie tylko barwa okwiatu, ale i wydzielana słodycz. Jeżeli będziemy porównywać ze sobą więcej kwiatów gryki, to możemy zauważyć zjawisko różnosłupkowości, które już widzieliśmy u pierwiosnka; w jednych kwiatkach mogą więc być dłuższe pręciki, a krótsze słupki, w drugich odwrotnie. Jako owoc wytwarza się duży jednonasienny, trójkanciasty orzeszek z obfitem, jadalnem jako t. zw. „kasza gryczana“ bielmem.

Podobne mniej więcej kwiaty i pędy wytwarzają u nas pospolite gatunki szczawiu (*Rumex*, rys. 36 str. 41) i rdestu (*Polygonum*); zaliczamy je do rodziny rdestowatych.



Rys. 186. Kwiaty i owoc gryki: *A*—pęd gryki zakończony kwiatami; *B*—kwiat gryki nazewnątrz; *C*—kwiat gryki w przekroju podłużnem, powiększony kilka razy; *D*—owoc orzeszek—na owocu widać u góry kielich, u dołu zeschnięte szyjki; *E*—narys.

Rodzina rdestowatych (Polygonaceae) obejmuje rośliny przeważnie zielne, o liściach niepodzielonych, skrętoległych z przylistkami; zrosnięte przylistki tutkowato otaczają łodygę, tworząc błoniastą pochwę t. zw. gatkę. Kwiaty są przeważnie obupłciowe (u niektórych gatunków szczawiu jednopłciowe), promieniste, z okwiatem z czterech do sześciu listków, z przęcikami w dwóch okółkach i jednym górnym słupku. U większości gatunków słupek jest trójkrotny z trzema szyjkami, u wszystkich zaś gatunków jednokomorowy z jednym prostym zalążkiem na łożysku dennem. Kwiaty są zapylane przez owady lub wiatr. Rodzina ta jest reprezentowana na obszarach umiarkowanych północnej półkuli. Jest jedyną rodziną, należącą do rzędu rdestowych (*Polygonales*).

10. Rodzina: Pokrzywowate (*Urticaceae*).

POKRZYWA POSPOLITA (*Urtica dioica*, rys. 187, 188). Pokrzywa pospolita jest chwastem ruderalnym, który zawsze możemy spotkać koło siedlisk ludzkich. Rozwój jej jest podobny do rozwoju jasnoty, to znaczy, tworzy ona podziemne rozłogi, z których wyrastają nadziemne pędy z liśćmi naprzeciwległymi i z kwiatami; pędy pokrzywy posiadają poznane już przez nas włoski parzące, powodujące oparzenie skóry (patrz str. 49 rys. 57); liście pokrzywy posiadają przylistki.

Kwiaty. Kwiaty pokrzywy są drobne, niepozorne; są one zebrane w długie, zwieszające się kłosy, wyrastające w kącie liści przyswajających; kwiaty pokrzywy są jednopłciowe, przyczem na osobnych

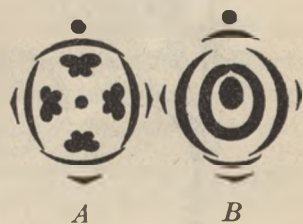


Rys. 187. Kwiaty pokrzywy: *A* — szczyt pędu z liśćmi przyswajającymi i kwiatostanami słupkowymi (okaz słupkowy). Zmniejszone do $\frac{3}{4}$. *B* — kwiat słupkowy ze słupkiem (zaznaczony czarno) i listkami okwiatu; *C* — kwiat pręcikowy z czterema pręcikami (pylniki zwrócone do środka kwiatu) i czterema listkami okwiatu. *B* i *C* powiększone 12 razy.

pędach rozwijają się kwiatostany tylko z kwiatami pręcikowymi i na osobnych pędach kwiatostany z kwiatami słupkowymi; pokrzywa więc, podobnie jak wierzba, jest rośliną dwupienną.

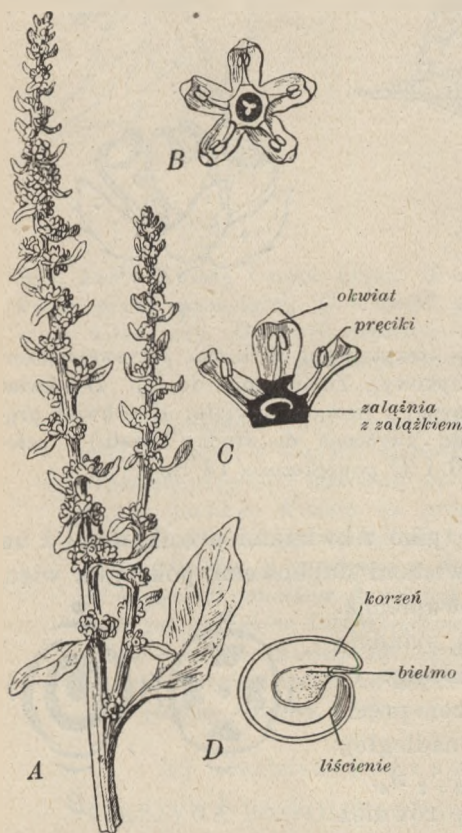
Kwiaty pręcikowe są drobne, składają się z czterolistkowego, dwuokółkowego okwiatu i czterech pręcików, przyczem pręciki leżą nad listkami okwiatu (są nadległe); wzór kwiatu pręcikowego jest $P_{2+2} A_4$.

Kwiaty słupkowe posiadają również czterolistkowy, dwuokółkowy okwiat oraz jeden jednokrotny (z jednego owocolistka), jednokomorowy słupek z jednym prostym zalążkiem (patrz str. 137 rys. 147 *A*); wzór kwiatu słupkowego jest $P_{2+2} G_1$; narys podajemy na rys. 188.



Rys. 188. Narysy kwiatów pokrzywy: *A* — pręcikowego, *B* — słupkowego; czarne kółka u góry oznaczają łodyżki kwiatostanowe, kreski u samego dołu — przysadki; kreski z boków — podkwiatki.

Zapylenie i owoce. Pokrzywa jest rośliną wiatropylną; pręciki jej są początkowo zgięte nitkami ku środkowi i utrzymywane przez listki okrywy; z chwilą gdy listki okrywy się odchyła, nitki nagle się rozprostowują, pylniki pękają, pyłek rozsypuje się w znacznej ilości i zostaje przenoszony na pendzelkowate wystające znamiona słupka. Pyłku tego wysypują się całe masy, a ponieważ pokrzywy rosną gromadnie, więc zapylenie następuje łatwo. Jako owoc wytwarza się orzeszek. Pokrzywa należy do rodziny pokrzywowatych.



Rys. 189. Kwiaty i owoc buraka; A — pęd z kwiatami; B — kwiat zgóry; widzimy pięć listków okwiatu, pięć nadległych pręcików i w środku słupek (założnia zaznaczona czarno, znamiona białe); C — kwiat w przekroju podłużnym; D — nasienie w przekroju ze skręconym zarodkiem.

Rodzina pokrzywowatych (*Urticaceae*) obejmuje u nas rośliny zielne z pędami pokrytymi parzącymi włoskami (u pokrzywy); liście posiadają przylistki. Rośliny pokrzywowate są dwupienne; drobne kwiaty są zebrane w kłosy lub wiechy. Kwiaty pręcikowe składają się z czterech, niepozornych, zielonych listków okwiatu i czterech pręcików (wzór $P_{2+2} A_4$); pręciki są położone naprzeciw listków okwiatu; kwiaty słupkowe składają się również z czterech listków okwiatu i jednokrotnego, jednokomorowego, górnego słupka z jednym zalążkiem prostym (wzór $P_{2+2} G_1$). Zapylane są przez wiatr; owocem jest orzeszek. Do rodziny tej należą u nas trzy gatunki pokrzyw oraz pomurnik, rosnący dziko nad Dniestrem; rodzina pokrzywowatych jest liczniej reprezentowana w obszarach tropikalnych; w obszarach tych należą do tej rodziny rośliny drzewiaste.

Pokrzywowe zaliczamy do rzędu pokrzywowych (*Urticales*).

11. Rodzina: Komosowate (*Chenopodiaceae*).

BURAK ZWYCZAJNY (*Beta vulgaris*, rys. 189). Budowę i rozwój buraka już poznaliśmy, mówiąc o roślinach dwuletnich (patrz str. 76, rys. 80). Widzieliśmy, że burak

jest przeważnie rośliną dwuletnią i że dopiero w drugim roku wyrasta w nim pęd główny, rozgałęziający się i wytwarzający kwiaty i owoce.

Kwiaty. Bezbarwne, drobne kwiaty buraka są po kilka związane i wyrastają w złożonych kwiatostanach, podobnych do kłosa. Kwiaty są drobne, promieniste, obupłciowe, o pięciu zielonych listkach okwiatu, pięciu pręcikach, ustawionych naprzeciw listków okwiatu (nadległych) i jednym trójkratnym, jednokomorowym, górnym słupku z jednym skręconym zalążkiem (str. 137 rys. 147 C). Wzór kwiatu buraka jest: $P_5 A_5 G_{(3)}$; kwiaty więc są trójkółkowe, o pięciokrotnym okwiecie i pręcikowiu; słupek przytem jest otoczony przez mięsisty pierścień, do którego są przyrośnięte pręciki; zalążnia zaś słupka u dołu jest zrośnięta z dnem kwiatowym; szyjka słupka jest dość krótka, prawie do podstawy podzielona na części. Po zapyleniu okwiat zsyca się i pozostaje, odsłaniając owoc, nielupkę.

Burak pochodzi z wybrzeży morskich południowej Europy i jest powszechnie uprawiany w odmianie buraka cukrowego albo buraka pastewnego. Podobnie zbudowane kwiaty mają rosnące u nas jako pospolite chwasty: komosy (*Chenopodium*), poza tem łobody (*Atriplex*) i inne; zaliczamy je przeto do wspólnej rodziny komosowatych.

Rodzina komosowatych (Chenopodiaceae) obejmuje rośliny u nas zielne, o drobnych, niepozornych, przeważnie obupłciowych kwiatach wzoru $P_5 A_5 G_{(3)}$ (burak), przyczem słupek może być dwu- lub pięciokrotny; pręciki są ułożone naprzeciw listków okwiatu (nadległe); słupek jest górny, jednokomorowy z jednym zalążkiem skręconym. Owocem jest jednonasienna nielupka. Wiele gatunków tej rodziny rośnie nad brzegami mórz, na glebie słonej lub są roślinami stepowymi, pustynnymi o budowie suchoroślowej; liczne gatunki są również ruderalnymi, rosnącymi w sąsiedztwie siedzib ludzkich. Do rodziny tej należą również szereg roślin uprawnych, jak burak, szpinak i inne.

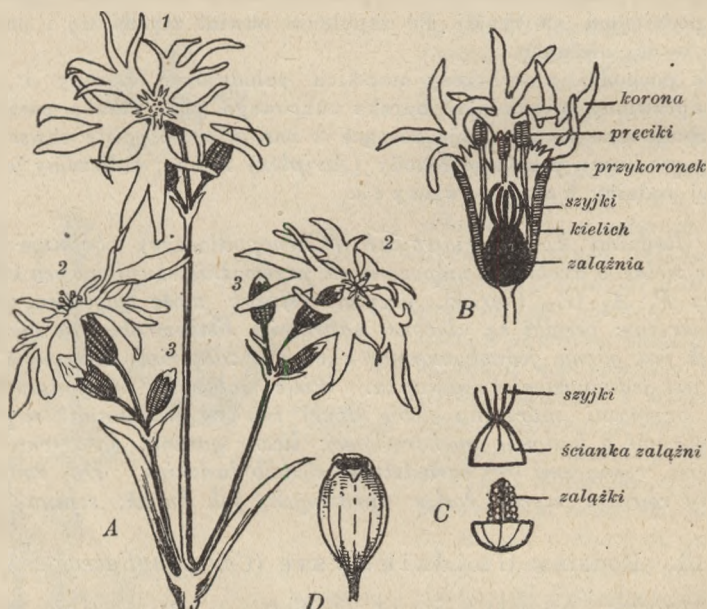
12. Rodzina: Goździkowate (*Caryophyllaceae*).

a) FIRLETKA POSZARPANA (*Lychnis flos cuculi*, rys. 190). Firletka poszarpana jest byliną pospolitą na naszych łąkach; wiosną wytwarza nadziemne pędy roczne z liśćmi niepodzielonymi, naprzeciwległymi i z kwiatami. Firletka kwitnie głównie w maju i czerwcu.

Kwiatostan. Szczyt pędu firletki zawsze kończy się pojedynczym kwiatem; z pąków bocznych w węźle pod kwiatem wyrastają znów pędy boczne, tworzące jeden okółek liści, i na szczycie kwiat; z okółka tego dalej wyrastają pędy boczne następnego rzędu, podobnie zbudowane; w ten sposób powstaje kwiatostan zwany wierzchołkowym; (schemat tego kwiatostanu patrz rys. 157 F).

Kwiaty. Kwiaty firletki są duże, barwne, promieniste, wolnopłatkowe, obupłciowe; każdy kwiat składa się z dzwonkowatego, zrośniętego z pięciu działek kielicha, tworzącego sztywną rurkę,

z pięciu czerwonych, postrzępionych płatków, u dołu zwężających się w paznokcie i tworzących rurkę, z dziesięciu pręcików, w dwóch okółkach po pięć pręcików w okółku i z jednego, pięciokrotnego, jednokomorowego, górnego słupka o pięciu wolnych szyjkach; liczne zalążki wyrastają, podobnie jak u pierwiosnka, na osi w środku zalążni; łożysko więc jest osiowe; zalążki są skręcone (str. 137, rys. 147 C). Prócz tego na płatkach korony, w miejscu, w którym paznokieć przechodzi w blaszkę płatka, wytwarza się bardzo charakterystyczny



Rys. 190. Kwiaty firletki poszarpanej: *A* — kwiatostan z oznaczeniem nad kwiatami, którego rzędu pęd kończą; *B* — przekrój podłużny przez kwiat w celu uwidocznienia części kwiatu; *C* — przekrój poprzeczny przez zalążnię w celu uwidocznienia zalążków; *D* — owoc. Wielkość naturalna lub nieco powiększone.

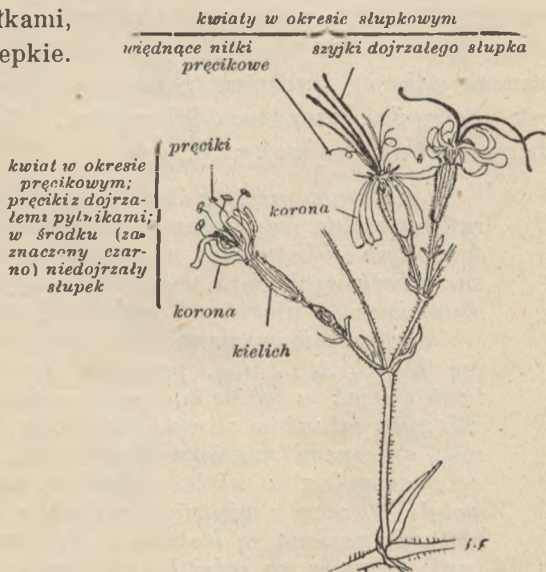
języczkowaty listek, t. zw. przykoronek. Pręciki są nierównej długości; pięć jednego okółka ma nitki nieco dłuższe, niż paznokieć korony i wystaje z kwiatu, natomiast pięć pręcików drugiego okółka ma nitki prawie o połowę krótsze; w okresie przekwitania nitki tych pręcików wyrastają do wielkości pręcików poprzednich. Wzór kwiatu firletki jest następujący: $K_{(5)} C_5 A_{5+5} G_{(5)}$; kwiaty firletki więc są promieniste, pięciookółkowe, pięciokrotne.

Zapylanie i owoce. Czerwone wonne kwiaty firletki zwabiają motyle dzienne, które sięgają do wydzielającej się na dnie rurki kwiatowej słodyczy, opylają swe ciało i przenoszą pyłek z jednej rośliny na słupek drugiej. Po zapyleniu ze słupka powstaje owoc, torebka sucha, pękająca u góry pięcioma łatami.

b) LEPNICA ZWISŁA. (*Silene nutans*, rys. 191 i 192). Lepnica zwisła jest byliną, pospolitą u nas na słonecznych wzgórzach. Wytwarza ona pędy roczne, podobne jak u firletki, o liściach niepodzielonych, naprzeciwległych; pędy te są okryte licznymi gruczołkami, wydzielającymi substancję lepkię.



Rys. 191. Narys kwiatów lepnicy: u góry kółko oznacza łodygę pędu głównego; u dołu czarna kreska liść, w którego kącie powstał pęd, zakończony kwiatem.



Rys. 192. Pęd lepnicy z kwiatami w okresie pręcikowym i słupkowym. Wielkość naturalna.

Kwiaty. Lepnica kwitnie w czerwcu i lipcu; wytwarza kwiaty o płatkach białych lub różowawych, o budowie podobnej do firletki, o wzorze $K_{(5)} C_5 A_{5+5} G_{(3)}$; słupek u lepnicy jest trójkrotny; narys podajemy na rys. 191.

Zapylanie. Kwiaty lepnicy zwisłej w dzień mają płatki zwinięte i zwisają, jakgdyby przekwitłe. Dopiero wieczorem płatki się rozchylają i roślina wydziela silną woń, zwabiającą motyle nocne; rankiem kwiaty znów się zamykają. Przy słonecznej pogodzie powtarza się to przez trzy dni, przyczem pierwsze dwie noce wychylają się z kwiatów dojrzałe pręciki (okres pręcikowy), a w trzecią noc

pręciki już przekwitają i rozchylają się znamiona słupka (okres słupkowy). Tego rodzaju kwiaty, w których naprzód dojrzewają pręciki, a później słupki, nazywamy przedprątnymi (u wiśni i czereśni naprzód dojrzewają słupki, a później pręciki, kwiaty więc są przedślupne). Motyle nocne, zwabione barwą i zapachem, dążą do miodników, przenoszą pyłek z pręcików jednej rośliny na słupek drugiej i dokonywają zapyleń.

Podobnie zbudowane pędy o liściach niepodzielonych, naprzeciwległych, oraz podobnie zbudowane kwiaty mają liczne rośliny zielne jednoroczne lub byliny, jak goździk (*Dianthus*), kąkol (*Agrostemma githago*), mydlnica (*Saponaria*), kościeniec (*Malachium*), sporek (*Spergula*), czerwiec (*Scleranthus*) i inne. Zaliczamy je do rodziny goździkowatych.

Rodzina goździkowatych (*Caryophyllaceae*) obejmuje rośliny zielne jednoroczne lub trwałe o liściach liniowych, niepodzielonych i ulistnieniu naprzeciwległym. Kwiaty w kwiatostanach wierzchotkowych są u większości gatunków barwne, owodopylne, obupłciowe (u niektórych gatunków przez zanik słupka lub pręcików jednopłciowe), promieniste, pięciokrotne, pięciookółkowe, o wzorze $K_{(5)} C_5 A_{5+5} G_{(5)}$, przyczem słupek u niektórych innych gatunków, jak u goździka, jest zrosnięty z dwóch owocolistków, u innych gatunków z trzech (lepnica); słupek stale jest jednokomorowy z licznymi zalążkami skręconymi, o łożysku osiowym. Kwiaty są owodopylne, u wielu gatunków przedprątne, zapylane przez motyle. Owocem u większości gatunków jest torebka, pękająca u góry płatkami; nasiona są bielkowe. Należą do tej rodziny liczne gatunki, rosnące na całej kuli ziemskiej, szczególnie zaś bogato są reprezentowane nad brzegami morza Śródziemnego. Niektóre gatunki, jak goździk, są hodowane jako rośliny ozdobne.

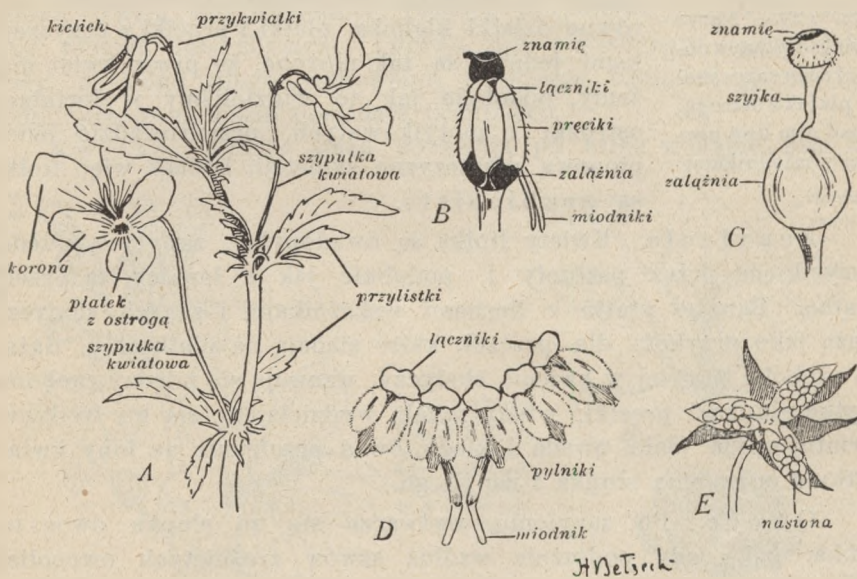
Rodziny komosowatych i goździkowatych, mających niektóre cechy wspólne, jak jednokomorowy słupek górny z zalążkiem lub zalążkami skręconymi, łączymy w rząd sródłożnych (*Centrospermae*).

13. Rodzina: Fiołkowate (*Violaceae*).

FIOŁEK TRÓJBARWNY (*Viola tricolor*, rys. 193 i 194). Fiołek trójbarwny jest rośliną jednoroczną, pospolitą na polach i ugorach. Wzniesione lub pokładające się pędy fiołka posiadają liście o ulistnieniu skrętoległym; każdy liść ma dwa duże, pierzasto-dzielne przylistki. Fiołek trójbarwny kwitnie prawie przez cały okres wegetacyjny.

Kwiaty. Kwiaty fiołka wyrastają na dość długiej zgiętej szypułce. Każdy kwiat składa się z pięciu działek kielicha, pięciu płatków korony, pięciu pręcików i jednego trójkrotnego (zrosniętego z trzech owocolistków), jednokomorowego słupka. Wzór więc kwiatu fiołka jest: $K_5 C_5 A_5 G_{(3)}$; narys podajemy na rys. 194.

Działki fiołka posiadają poniżej swej nasady listkowate przedłużenia i ze strony zwróconej ku dołowi kwiatu są nieco większe, aniżeli ze strony górnej. Również i płatki nie są jednakowe: dwa



Rys. 193. Kwiaty i owoc fiołka trójbarwnego: *A* — pęd z kwiatami; *B* — kwiat po usunięciu okwiatu w celu uwidocznienia pręcików i słupka (zaznaczony czarno); *C* — słupek powiększony; *D* — pręcikowie złączone, oglądane z wewnątrz; *E* — owoc pęknięty z nasionami.

u góry i dwa w środku leżą parami i są równe, natomiast dolny jest większy i posiada u nasady ostrogę, która wrasta pomiędzy działki kielicha; przez płatki fiołka promienisto ku gardzieli kwiatu przebiegają smugi, t. zw. wskaźniki; dwa boczne płatki posiadają przy gardzieli kwiatu — włoski. Pręciki posiadają bardzo krótkie nitki pręcikowe, a pylniki ich są zwrócone do środka kwiatu; pręciki są zakończone brunatno-czerwonawymi łącznikami; dwa dolne pręciki posiadają rurkowate przyczepki, tkwiące w ostrodze płatka i produkujące słodycz; wszystkie pręciki są ze sobą złączone włoskami, szczel-

nie otaczają słupek i tkwią razem ze słupkiem wewnątrz kwiatu, otoczone nasadami płatków. Słupek ma dziobkowate znamię z otworem u góry, skróconą szyjkę i rozszerzoną zalążnię z licznymi zalążkami; zalążki u fiołka wyrastają nie na brzegach zrośniętych owocolistków, lecz na ich ściankach w środku; tego rodzaju łożysko nazywamy *ściennem*.



Rys. 194. Narys kwiatu fiołka; u dołu czarno zaznaczony płatek z ostrogą, a nad nim dwa pręciki z miodnikami.

Przyglądając się budowie kwiatów fiołka, widzimy, że nie mają one budowy promienistej; nierówne działki kielicha, płatki i pręciki z przyczepkami jednak są tak ułożone, że przez kwiat możemy, podobnie jak to widzieliśmy w kwiatach ostróżki i motylkowatych, przeprowadzić jedną pionową płaszczyznę symetrii; kwiaty więc fiołka są grzbieciste.

Zapylenie. Kwiaty fiołka są owadopylne, zapylane przede wszystkim przez pszczoły i, podobnie jak u lepnicy, są przedprażne. Barwne płatki z licznymi wskaźnikami i zapach słodczy służy jako przynęta dla pszczół, które siadają na płatkach i, dążąc do głęboko ukrytej w kwiecie słodczy, wsuwają się między ruchomą szyjkę słupka i pręciki; wtedy pyłek, wydzielający się ku środkowi kwiatu, opyla ciało owada i kiedy owad przefrunie na inny kwiat, dotknie znamienia słupka i zapyli go.

Owoce. Po zapyleniu wytwarza się ze słupka owoc-torebka; pęka ona podłużnie wzdłuż szwów zrośniętych owocolistków, przyczem suche owocnie skręcają się i wyrzucają nasiona ze stosunkowo wielką siłą. Po wydaniu owoców sama roślina ginie.

W naszej florze występuje dziko kilkadziesiąt gatunków fiołków; są to zioła, przeważnie wieloletnie. Hodowane często w ogrodach t. zw. bratki są mieszańcami kilku gatunków dzikich fiołków. Należą one do rodziny fiołkowatych.

Rodzina fiołkowatych (Violaceae) obejmuje u nas gatunki fiołków, które są jednorocznymi lub wieloletnimi ziołami; liście fiołków posiadają po dwa przylistki. Kwiaty fiołków występują pojedynczo; są one barwne, wolnopłatkowe, grzbieciste o wzorze $K_5 C_5 A_5 G_{(3)}$; słupek jest górny, jednokomorowy i posiada liczne zalążki, które wyrastają na łożysku ściennem; wewnątrz kwiatu znajdują się miodniki; barwne, niekiedy wonne kwiaty są zapylane przez owady. Do tej rodziny u nas należy jeden

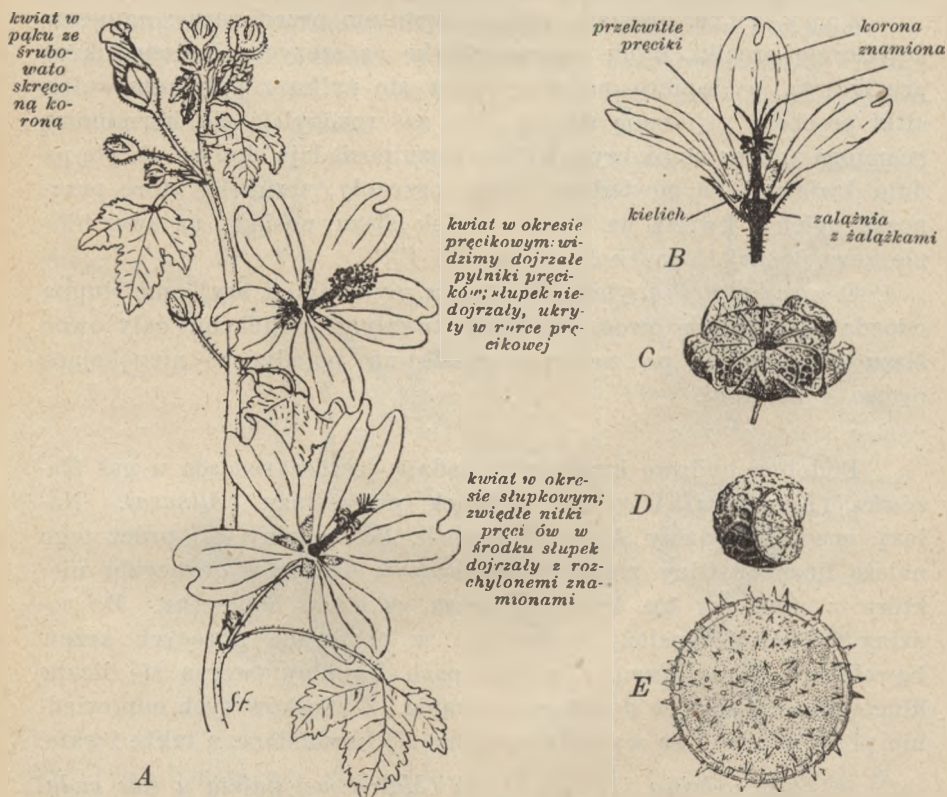
rodzaj fiołka, reprezentowany przez kilkadziesiąt gatunków roślin zielnych; w innych krajach, np. Brazylii, rodzina ta jest reprezentowana przez rośliny drzewiaste.

Rodzinę fiołkowatych zaliczamy do rzędu ściennych (Parietales); rząd ten charakteryzują słupki trójkrotne z zalążkami nałożysku ściennym.

14. Rodzina: Ślazowate (Malvaceae).

ŚLAZ LEŚNY (*Malva silvestris*, rys. 195). Ślaz leśny jest rośliną trwałą lub dwuletnią, rosnącą pospolicie na przydrożach, przy płotach lub chatach. Tworzy pęd pokładający się, rozgałęziony, z liśćmi długoogonkowymi, o blaszce liściowej pięcio- lub siedmioklapowej; liście posiadają przylistki.

Kwiaty. Kwiaty ślazu wyrastają po kilka w kącie liści na



Rys. 195. Kwiaty i owoce ślazu: A — pęd z kwiatami wielkości naturalnej; B — przekrój podłużny przez kwiat w okresie słupkowym, wielkości naturalnej; C — owoc wielokrotny; D — pojedyncze owoce; E — pyłek, mocno powiększony.

dłuższych szypułkach kwiatowych; są one obupłciowe, duże, barwne, promieniste, wolnopłatkowe; nazewnątrz posiadają trzy oddzielne listki, tworzące t. zw. kieliszek, oraz dzwonieczkowaty kielich z pięciu zielonych działek. Barwna korona jest w paku śrubowato skręcona; składa się ona z pięciu płatków głęboko wyciętych, purpurowo-różowych, u podstawy zrośniętych ze sobą i z nitkami pręcikowemi; liczne pręciki są zrośnięte swemi nitkami w rurkę, tak że tylko górna część nitek każdego pręcika z pylnikiem jest wolna. Pręciki posiadają tylko jeden pylnik. Słupek jest górny, wielokrotny z szyjkami otoczonymi rurką zrośniętych nitek pręcikowych; załącznia tworzy rodzaj krążka z kilkunastu jednozałączkowemi komorami i jest zakryta przez nasady płatków, zrośnięte z rurką pręcików; załączki są odwrócone i okienkiem zwrócone ku dołowi. Wzór kwiatu jest: $K_5 C_5 A_n G_{(n)}$.

Zapylenie. Kwiaty ślazu są wybitnie przedprątne; najpierw dojrzewają pręciki, które tworzą główkę na szczycie kwiatu (okres pręcikowy), a dopiero po wysypaniu się pyłku z pylników wolne nitki pręcików zwieszają się, u góry zaś rozchylają się karminowe znamiona (okres słupkowy). Kwiaty ślazu posiadają słodycz ukrytą na dnie kwiatu i są odwiedzane przez pszczoły, trzmiele, które przenoszą pyłek z kwiatu na kwiat. Pyłek ślazu posiada na swej błonie zewnętrznej liczne kolce (rys. 195 E).

Owoce. Po zapyleniu korona z pręcikami i szyjkami słupka odpada i dojrzewa owoc, otoczony trwałym kielichem; cały owoc ślazu rozpada się po pewnym czasie na pojedyncze niepekające owoce — niełupki.

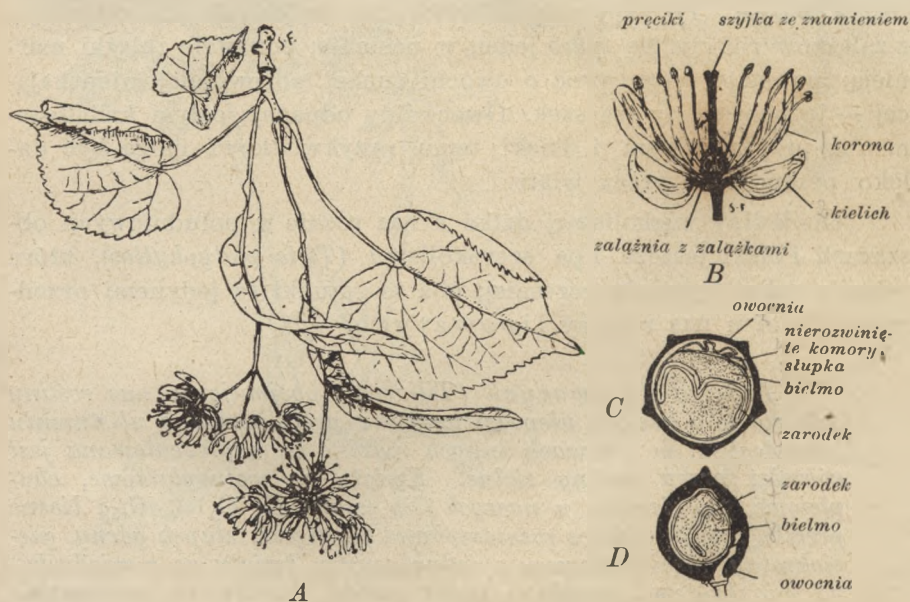
Podobną budowę kwiatów posiadają jeszcze rosnąca u nas ślázówka (*Lavathera*) i rzadki gatunek prawoślazu (*Althaea*). Należą one do rodziny ślázowatych; do rodziny tej prócz tego należą liczne rośliny zielne lub drzewiaste obszarów gorących; niektóre z nich, jak np. krzew *Hibiscus*, są u nas hodowane. Do rodziny tej również należy uprawiany w obszarach gorących krzew bawełniany (*Gossypium*). Na nasionach bawełny tworzą się liczne długie włoski, służące do ich rozsiewania. Z włosków tych odpowiednio przerobionych są wyrabiane materiały bawełniane, a także i wata.

Do rodziny ślázowatych (Malvaceae) należą u nas ziola, a w obszarach gorących i rośliny drzewiaste o kwiatach barwnych, promienistych, wolnopłatkowych, obupłciowych, wzoru $K_5 C_5 A_n G_{(3) lub (n)}$; korona jest w paku śrubowato skręcona, a płatki są u na-

sady, zrosnięte; pręciki posiadają tylko jeden pylnik; nitki są zrosnięte w rurkę, otaczającą słupek; badania wykazują, że liczne pręciki powstały z rozszczepienia się pięciu pręcików jednego wewnętrznego okółka, natomiast okótek zewnętrzny pręcikowia nie rozwija się ucale; słupek jest górny, u słazu wielokrotny, wielokomorowy. Kwiaty są przeważnie owadopylne, przedprątne, ze słodyczą ukrytą na dnie kwiatów; niektóre gatunki, rosnące w obszarach gorących, są zapylane przez ptaki. Owoce są suche wielokrotne, lub torebka (bawełna). U nas do tej rodziny należy kilka gatunków słazu, słazówka i prawoślaz; licznie natomiast rodzina słazowatych jest reprezentowana w obszarach tropikalnych; należący do tej rodziny krzew bawełniany jest licznie uprawiany dla bawełny.

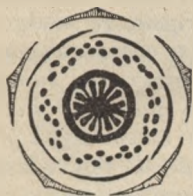
15. Rodzina: Lipowate (*Tiliaceae*).

LIPA DROBNOLISTNA (*Tilia cordata*, rys. 196 i 197). Piękne to drzewo, coraz rzadziej występujące w naszych lasach, jest ozdobą naszych parków i ogrodów; liście lipy są niepodzielone, niesymetryczne, z przylistkami wczesnie odpadającymi. Pąki kwiatowe zawiązują się w młodych pędach wiosennych, to też lipa zakwita stosunkowo później od innych drzew.



Rys. 196. Kwiaty lipy: *A* — pęd roczny z kwiatami: wielkość naturalna; *B* — kwiat w przekroju podłużnym, powiększony $2\frac{1}{2}$ raza; *C* — przekrój poprzeczny; *D* — przekrój podłużny przez owoc lipy; jak widzimy, nasiona lipy są bielmowe; zarodek posiada dwa liścienie powyginane.

Kwiaty. Kwiaty lipy występują po kilka w kwiatostanach; na szypułce kwiatostanowej wyrasta długi, skórkowaty, żółtozielony listek, t. zw. przykwiatek, który się zrasta dolną częścią z szypułką. Każdy kwiat składa się z zielonego kielicha o pięciu działkach, z korony zielonkawo-żółtej, pięciopłatkowej, licznych pręcików i jednego pięciokrotnego, górnego słupka z jedną szyjką; zalążnia jest pięciokomorowa, a w każdej komorze znajdują się po dwa zalążki. Wzór więc kwiatu lipy jest:



Rys. 197. Narys kwiatu lipy.

$K_5 C_5 A_n G_{(5)}$; narys podajemy na rys. 197.

Zapylenie. Kwiaty lipy są owadopylne z miodnikami nieukrytymi, dostępnymi dla wielu owadów; w okresie kwitnięcia lipy setki pszczoł kręci się wokół drzew i odwiedza kwiaty, nie wyróżniające się wśród zieleni liści barwą, ale wydające silną woń; woń ta wydziela się z miodników, znajdujących się na wewnętrznej stronie działek kielicha. Kwiaty są przedprątne. Kwiaty lipy są zwieszane i pyłek oraz sło-dycz są chronione od deszczu listkami okwiatu.

Owoce. Po zapyleniu okwiat oraz szyjka słupka odpadają. z zalążków rozwija się tylko jeden w nasienie; pozostałe zalążki mar-nieją; powstaje więc owoc o owocni suchej, zdrewniałej, niepekają-cej — jednonasienny orzeszek. Owoce lipy odpadają całym kwiatosta-nem z przykwiatkiem i dzięki temu przykwiatkowi mogą być da-leko przenoszone przez wiatr.

Obok lipy wąskolistnej dziko u nas rośnie w południowych ob-szarach Polski jeszcze lipa szerokolistna (*Tilia platyphyllos*), która zakwita o dwa tygodnie wcześniej; oba te gatunki są jedynymi przed-stawicielami u nas rodziny lipowatych.

Rodzina lipowatych (Tiliaceae) obejmuje u nas rośliny drzewiaste o liściach niepodzielonych z przylistkami, o ulistnieniu skrętoległym; w obszarach innych rodzina ta reprezentowana jest również przez rośliny zielne. Kwiaty są wolnopłatkowe, obu-plciowe, promieniste u naszych lip wzoru $K_5 C_5 A_n G_{(5)}$; liczne pręciki powstały przez rozszczepienie się pięciu; stupek górny, pięciokrotny, pięciokomorowy z jedną szyjką; kwiaty są z miodnika-mi nieukrytymi, zapylane przez owady; kwiaty są przeważnie przedprątne; z dziesięciu zalążków dojrzewa tylko jeden (czasem dwa) i jako owoc tworzy się orzeszek.

Do rodziny tej prócz lip należą jeszcze szereg innych ro-slin, rosnących w obszarach podzwrotnikowych.

Rodziny słazowatych i lipowatych mają kwiaty promieniste, o okwiecie pięciokrotnym; liczne pręciki powstały przez rozszczepienie jednego okółka; zaliczamy je do rzędu wiązkowych (*Columniferae*).

16. Bodziszkowate (*Geraniaceae*).

a) BODZISZEK ŁĄKOWY (*Geranium pratense*, rys. 198). Bodziszek łąkowy jest byliną pospolitą u nas na łąkach, przydrożach, trawnikach. Tworzy on pędy roczne wzniesione, o liściach naprzeciwległych, podzielonych, o unerwieniu dłoniastem, z przylistkami (rys. 41). Bodziszek kwitnie w czerwcu i lipcu.

Kwiaty. Barwne, duże, niebieskie lub liljowe kwiaty wyrastają po dwa na stosunkowo długiej szypułce kwiatowej. Kwiaty są promieniste i składają się z pięciu działek kielicha, pięciu barwnych płatków, dziesięciu ustawionych w dwóch okółkach pręcików i pięciokrotnego, górnego słupka; kwiaty

kwiat w okresie pręcikowym; widać pręciki z dojrzałymi pylnikami

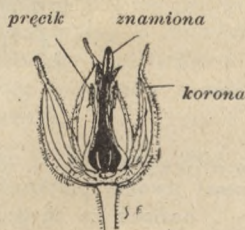


A

kwiat w okresie słupkowym; pręciki już zwędły; widzimy rozchylone znamiona dojrzałego słupka



C



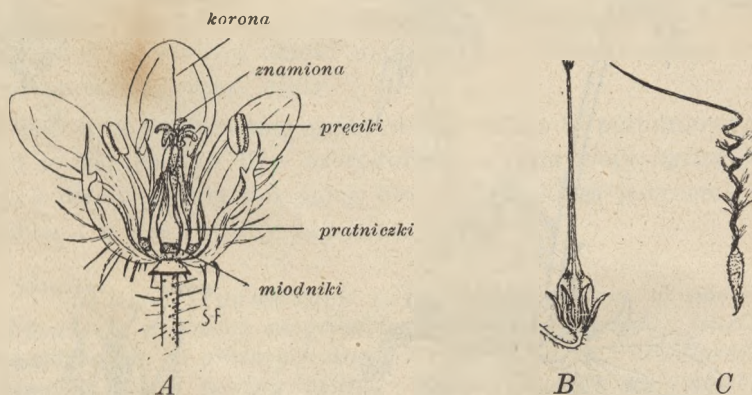
B

Rys. 198. Kwiaty i owoce bodziszka: A—pęd z kwiatami wielkości naturalnej; B—kwiat w okresie pręcikowym — nieco powiększony; C—pękający owoc.

więc bodziszka są pięciookółkowe, pięciokrotne, o wzorze $K_5 C_5 A_{5+5} G_{(5)}$. Nitki pręcikowe są w nasadzie szerokie, u podstawy zrośnięte i zwężają się nagle ku górze; słupek posiada zalążnię pięciokomorową, z dwoma zalążkami w każdej komorze; dość długie szyjki słupka zrastają się ze sobą, tworząc charakterystyczny „dziobek”.

Zapyłanie. Bodziszek zapyłany jest przez owady, które są zwabione barwą płatków i zapachem słodczy, wydzielanej z miodników u nasady pręcików; miodniki są ukryte pod włoskami, wyrastającymi na płatkach u ich podstawy. Kwiaty są wybitnie przedprątne. W okresie pręcikowym naprzód dojrzewa i wysypuje pyłek okółek zewnętrzny, później okółek wewnętrzny; dopiero kiedy pylniki są puste, rozchyła się pięć znamion słupka i w stadium słupkowym następuje zapylenie. Po zapyleniu płatki i pręciki odpadają i słupek przetwarza się w suchy owoc z dziobkiem, przyczem w każdej komorze w nasienie dojrzewa tylko jeden zalążek; zrośnięte owocolistki słupka przekształcone w owocnię odlupują się od dna kwiatowego, a jednocześnie rozrywa się podłużnie każda z szyjek, przyczem zewnętrzne części odrywają się i odginają podłużnie łukowato, a wewnętrzne tworzą rodzaj podsady. W pewnym momencie taki owoc z odgiętymi pojedynczymi owocami ma u bodziszka kształt pięcioramiennego kandelabra (rys. 198 C); przyczem nasiona zostają wtedy łatwo odrywane i rozsiewane przez wiatr. Po wydaniu owoców pędy nadziemne giną i roślina zimuje, posiadając tylko korzenie i pąki zimujące.

b) **IGLICA** (*Erodium cicutarium*, rys. 199, 200). Iglica jest rośliną bardzo pospolitą w miejscach nieuprawnych lub przydrożach. Jest to niewielka



Rys. 199. Kwiaty i owoce iglicy: *A* — kwiat powiększony 5 razy z odebranymi dwoma płatkami z przodu; *B* — owoc niepeknięty; *C* — pojedynczy owocek ze skręconym dziobkiem. *B* i *C* nieco powiększone.

roślina jednoroczna lub dwuletnia, tworząca różyczkę z przyziemnych liści; tą różyczką często zimuje. Iglica wytwarza kwiaty wczesną wiosną, przyczem stale zakwita, tak że do późnej jesieni możemy znaleźć jej kwiaty.

Kwiaty. Kwiaty iglicy występują po pięć do dziesięciu w kwiatostanach, zewnętrznie podobnych do baldachu. Kwiaty są długoszypułkowe, barwne, podobnie jak u bodziszka, pięciokółkowe, pięciokrotne, o wzorze również $K_5 C_5 A_{5+5} G_{(5)}$; narys podajemy na rys. 200.

Działki kielicha są czerwone, płatki zaś są czerwone i u podstawy posiadają włoski; z dziesięciu zrośniętych u podstawy pręcików tylko pięć wytwarza pylniki z pyłkiem — pozostałe mają tylko nitki bez pylników; takie płonne pręciki, nie wytwarzające pylników, a więc i pyłku, nazywamy prątniczkami. Słupek u iglicy jest zupełnie podobnie zbudowany jak u bodziszka; jest on również pięciokomorowy, z szyjkami zrośniętymi w dziobek.

Zapylanie i owoce. Iglica zapylana jest przez owady przeważnie drobne, które są zwabiane barwą kwiatów, oraz wydzielającą się słodyczą u podstawy pręcików, wytwarzających pyłek, przyczem miodniki, wydzielające słodycz, są pokryte włoskami płatków. Po zapyleniu powstaje owoc, pękający podobnie jak u bodziszka, tylko że zewnętrzne części szyjki u góry oderwanych owoczków przy suszy zwijają się spiralnie. Z chwilą gdy taki owoc ze skrzyconym dziobkiem padnie na wilgotną glebę i szczytem oprze się o jaki przedmiot lub nawet o samą ziemię, dziobek rozprostowuje się i wbija nasienie w ziemię.

Podobnie również do bodziszka i iglicy ma zbudowane kwiaty hodowana u nas często pelargonja (*Pelargonium*), której najwięcej gatunków rośnie w południowej Afryce; zaliczamy je wszystkie do rodziny bodziszkowatych.



Rys. 200. Narys kwiatu iglicy; pręciki połączone ze sobą linją, gdyż są u dołu zrośnięte; zewnętrzny okółek pręcikowia tworzą pręciki płonne — prątniczki; są one nadległe do płatków korony.

Rodzina bodziszkowatych (*Geraniaceae*) obejmuje u nas rośliny zielne o liściach przeważnie o unerwieniu dłoniastem i z przylistkami. Kwiaty u bodziszka są wolnopłatkowe, barwne, duże, przeważnie promieniste, pięciokrotne, pięciokółkowe o wzorze $K_5 C_5 A_{5+5} G_{(5)}$; są znane gatunki o łudowie grzbiecistej, lub o ilości pręcików mniejszej (pięć) lub większej (do 15); słupki są górne, pięciokomorowe, z dwoma odwróconymi zalążkami w każdej komorze; szyjki słupka tworzą dziobek, bardzo charakterystycznie pękający i odrywający pojedynczo owoce. Kwiaty są przeważnie owadopylne z miodnikami. U nas do tej rodziny należy kilkanaście gatunków bodziszka i jeden gatunek iglicy; prócz tego do tej rodziny należy hodowana u nas bardzo często, jako roślina doniczkowa, pelargonja.

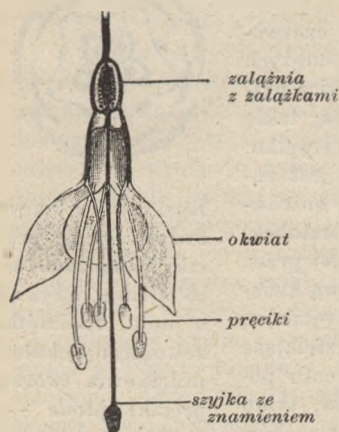
Rodzinę bodziszkowatych zaliczamy do rzędu dziobowych (*Gruinales*).

17. Rodzina: Wiesiołkowate (*Oenotheraceae*).

a) ULANKA (*Fukcja*, rys. 201). Ulanka dziko rośnie w Środkowej i Południowej Ameryce, a niektóre jej gatunki są pnąciami; u nas ulanka

jest rośliną powszechnie hodowaną, jako roślina pokojowa, doniczkowa. Tworzy ona bardzo jaskrawe, czerwone, zwieszające się kwiaty.

Kwiaty. Kwiaty ulanki są wolnopłatkowe, promieniste; dno kwiatowe u góry nad zalążnią rozszerza się w kształcie rurki; z brzegu dna kwiatowego wyrasta barwny okwiat z czterech działek kielicha, odchylających się na boki i z czterech zwiniętych w rurkę jaskrawo czerwonych płatków; z wnętrza kwiatu wychyla się osiem pręcików i szyjka słupka; słupek jest dolny, czterokrotny, czterokomorowy, z licznymi zalążkami; zalążnia znajduje się poniżej rurki dna kwiatowego; wzór więc kwiatu jest: $K_4 C_4 A_{4+4} G_{(4)}$; kwiaty ulanki są pięciookółkowe, czterokrotne, o słupku dolnym.



Rys. 201. Kwiat ulanki w przekroju podłużnym.

nia mięśnieje i powstaje owoc jagoda. Również jagody ulanka wytwarza u nas w pokojach, gdzie zapyła się sama.

b) **WIERZBÓWKA WĄSKOLISTNA** (*Epilobium angustifolium*, rys. 202 i 203). Wierzbówka wąskolistna jest okazałą, przepiękną rośliną, występującą bardzo często na porębach leśnych, lub w zapuszczonych ogrodach. Tworzy ona długie kłącza podziemne, z których wyrastają wysokie, nierozgałęzione pędy nadziemne, o liściach lancetowatych, skrętoległych. Na szczycie pędów okazałe grona tworzą liczne, zdaleka widoczne, różowe kwiaty. Wierzbówka kwitnie w lipcu i sierpniu.

Kwiaty. Kwiaty wierzbówki są wolnopłatkowe, obupłciowe, otwarte, pięciookółkowe, czterokrotne o wzorze, również jak w kwiatach ulanki: $K_4 C_4 A_{4+4} G_{(4)}$; słupek jest również dolny, czterokomorowy z licznymi zalążkami, a dno kwiatowe nieznacznie przedłuża się ponad zalążnią; narys kwiatu podajemy na rys. 203.

Zapylenie i owoce. Kwiaty wierzbówki są owadopylne, przedprątne; jako powabnia służy nie tylko jaskrawa barwa kwiatów, ale również i słodycz zbierająca się i ukryta pod rozszerzonymi nitkami pręcików, przyczem włoski, wyrastające u podstawy szyjki słupka, nie pozwalają, aby słodycz wypłynęła nazewnątrz kwiatu. W okresie pręcikowym pylniki pękają podłużnie, a szyjka słupka ze stulonami znamionami zwiesza się nazewnątrz kwiatu; w okresie słupkowym szyjka słupka wyprostowuje się i rozchylają się wtedy cztery znamiona; następuje zapylenie. Po zapyleniu okwiat i pręciki odpadają i z zalążni tworzy się owoc-torebka, długa, czterograniasta, pękająca podłużnie; po pęknięciu owocnie rozchylają się, a nasiona, podobne do nasion wierzby (stąd nazwa)

z wianuszkciem puchu są rozsiewane przez wiatr. Często na jednej i tej samej roślinie znajdujemy owoce, rozwinięte kwiaty w okresie słupkowym i pręcikowym oraz na szczycie kwiaty w pąkach.



Rys. 202. Pęd z kwiatami wierzbowki; u góry kwiaty w pąku; poniżej trzy kwiaty w okresie pręcikowym (widzimy słupek zwieszający się ze stulonemi znamionami); u dołu z lewej strony kwiat w okresie słupkowym z rozchylonymi znamionami. Wielkość naturalna.

Prócz wierzbowki wąskolistnej występuje u nas kilkanaście gatunków tego rodzaju; podobnie zbudowane kwiaty ma rosnący u nas pospolicie wiesiołek dwuletni, zwany nocną świecą (*Oenothera biennis*), oraz rosnąca w wodzie kotewka (*Trapa*). Zaliczamy te rośliny do rodziny wiesiołkowatych. Bardzo ciekawe kwiaty o wzorze $K_2 C_2 A_2 G_{(2)}$ posiada zaliczana do tej rodziny czartawa (*Circea*), rosnąca w cienistych lasach.

Do rodziny wiesiołkowatych (*Oenotheraceae*) zaliczamy u nas rośliny zielne, o kwiatach owadopylnych, ze słupkiem dolnym, u wiesiołka pięciokółkowe, czterokrotne, o wzorze $K_4 C_4 A_{4+4} G_{(4)}$, lub, jak u czartawy, czterokółkowe, dwukrotne o wzorze $K_2 C_2 A_2 G_{(2)}$. Dno kwiatowe wyrasta rurkowato ponad zalążnię i jest niekiedy barwne. Kwiaty są zapylane przez owady, lub, jak ulanka, przez kolibry. Owocem jest jagoda (ulanka), torebka (u wierzbowki), lub orzeszek (u czartawy). U nas do tej rodziny należą rośliny lądowe lub wodne, w obszarach podzwrotnikowych są również i pnącza.



Rys. 203. Narys kwiatu wierzbowki.

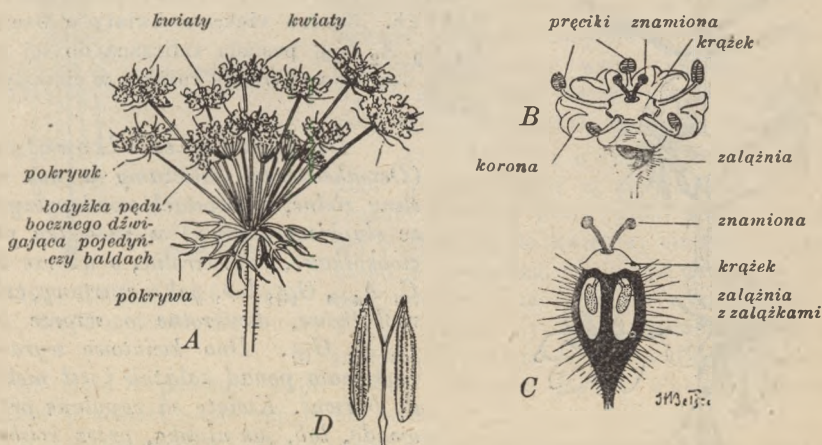
Rodzinę wiesiołkowatych zaliczamy do rzędu mirtowych (*Myrtales*).

18. Rodzina: Baldaszkowate (*Umbelliferae*).

MARCHEW ZWYCZAJNA (*Daucus Carota*, rys. 204, 205). Marchew jest, podobnie jak burak, rośliną dwuletnią, często rosnącą na łąkach oraz przydrożach. W pierwszym roku po wykiełkowaniu wytwarza ona korzeń i pęd z licznymi pochwiasciami, podzielonymi liśćmi, a dopiero w drugim roku latem i jesienią kwitnie i wydaje owoce.

Kwiatostany. Drobne, białe kwiaty marchwi występują w dużych, zdaleka dostrzegalnych kwiatostanach złożonych, tworzą-

eych rodzaj baldacha, w którym kwiaty są umieszczone prawie w jednej płaszczyźnie. U dołu całego kwiatostanu znajdują się listki pierzasto-dzielne z błoniastymi bezbarwnymi obrzeżeniami; tworzą one pokrywę kwiatostanu, przyczem wszystkie listki pokrywki są jednakowe, a więc ma ona budowę promienistą. Listki pokrywki są skupione, gdyż międzywęzła między nimi nie wystają; w kącie każdego listka pokrywki wyrasta pęd boczny, dźwigający również listki, które nazywamy pokrywka mi kwiatostanu;



Rys. 204. Kwiaty i owoce marchwi: *A* kwiatostan (zmniejszony); *B* pojedynczy kwiat powiększony kilka razy; *C* — przekrój podłużny przez słupek; *D* — owoc pękający.

listki jednak pokrywki nie są jednakowe i cała pokrywka ma budowę grzbiecistą. W kącie listków pokrywki, jako pędy trzeciego rzędu (pierwszy rząd pęd główny, dźwigający pokrywki, drugi rząd pędy boczne, dźwigające pokrywki), wyrastają kwiaty na mniej lub więcej długich szypułkach; widzimy więc, że każdy kwiatostan składa się z pojedynczych baldachów, które razem tworzą baldach złożony; (schemat tego kwiatostanu patrz rys. 157 *E*).



Rys. 205. Narys kwiatu marchwi.

Kwiaty. Kwiaty marchwi są drobne, obupłciowe, białe; każdy kwiat składa się z pięciu bardzo drobnych działek, z pięciu międzyzębnych, wolnych płatków, pięciu przęcików i jednego słupka; słupek jest dolny, dwukrotny z dwiema szyjkami, dwukomorowy, z jednym odwróconym zalążkiem w każdej

komorze; ponadto nazewnątrz słupka znajduje się bardzo charakterystyczny t. zw. krążek miodnikowy. Wzór więc kwiatu marchwi jest $K_5 C_5 A_5 G_{(2)}$; narys kwiatu podajemy na rys. 205. Jeżeli porównamy kwiaty leżące na brzegu i wewnątrz kwiatostanu, to widzimy, że płatki kwiatów wewnętrznych są jednakowe, a leżących na brzegu różnią się od siebie; ku brzegowi kwiatostanu płatki są nieco większe, niż zwrócone ku środkowi kwiatostanu; kwiaty więc zewnętrzne, brzeżne w kwiatostanach marchwi są grzbieciste, a wewnętrzne są promieniste.

Wewnątrz baldaszka znajduje się często jeden lub kilka kwiatów o płatkach ciemnopurpurowych, często z wcześniej opadającymi pręcikami.

Zapylenie i owoce. Kwiaty marchwi są przedprątne, owadopylne, z dostępną dla wszystkich owadów słodyczą, wydzielaną przez krążek miodnikowy. Po zapyleniu okwiat i pręciki odpadają i powstaje owoc rozłupka, rozpadająca się na dwa owocki niełupki. W okresie dojrzewania owoców szypułki zewnętrznych baldachów skręcają się ku środkowi kwiatostanu i tworzą rodzaj ptasiego gniazda; dopiero po dojrzewaniu owoców szypułki zpowrotem się odchylają i baldach roztwiera się znowu. Owoce są zadziorzyste; przenoszą je zwierzęta.

Zupełnie podobnie zbudowane pędy, liście podzielone z pochwami i kwiaty w baldachach posiadają liczne u nas rośliny rosnące na polach, jak kminek (*Carum Carvi*), blekot (*Aethusa Cynapium*), w lasach, jak żankiel (*Sanicula europea*), biedrzyńiec (*Pimpinella*), lub w rowach, jak szaleja (*Cicuta virosa*), kropidło (*Oenanthe*), oraz rośliny uprawne, jak selery, pietruszka, fankuł, koper. Zaliczamy je wszystkie do rodziny baldaszkowatych.

Rodzina baldaszkowatych (*Umbelliferae*) obejmuje rośliny zielne o liściach przeważnie podzielonych z pochwami i o ulistnieniu skrętoległym; drobne liczne kwiaty są zebrane w baldachy, przeważnie złożone. Kwiaty są promieniste, lub, jak u wielu gatunków roślin, środkowe są promieniste, brzeżne grzbieciste; kwiaty są obupłciowe, czterookłkowe, pięciokłotne o wzorze $K_5 C_5 A_5 G_{(2)}$; słupek jest dolny, z krążkiem miodnikowym nad zalążnią, dwukomorowy z jednym zalążkiem w każdej komorze. Kwiaty są przedprątne ze słodyczą dostępną dla wszystkich owadów. Okwiat i pręciki po zapyleniu odpadają wcześniej i powstaje suchy owoc rozłupka, rozpadający się na dwa owocki, początkowo zawieszzone na wspólnym wieszadełku, a później rozsiewane przez zwierzęta.

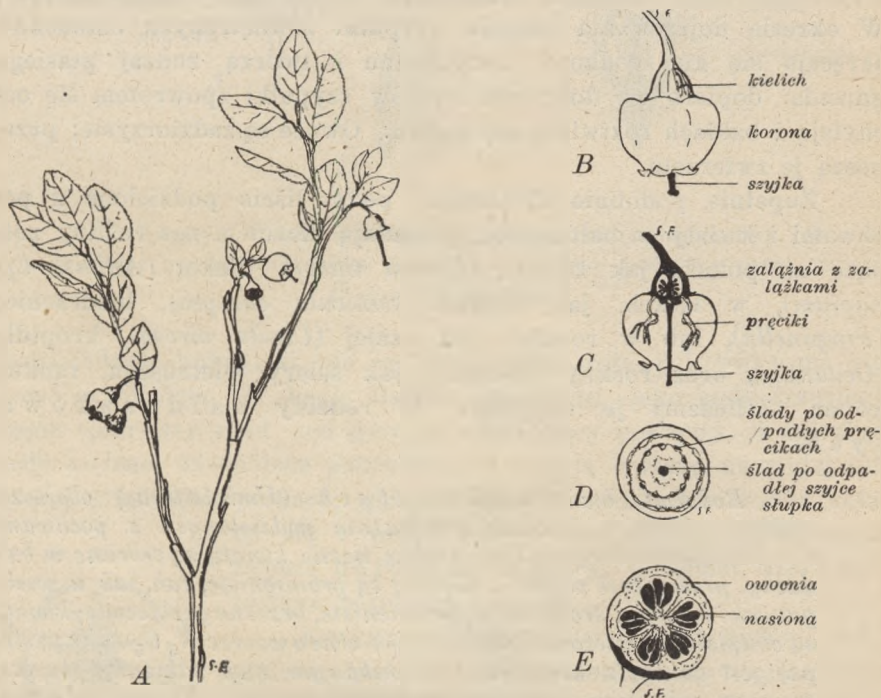
Do rodziny tej należą liczne rośliny dziko rosnące lub uprawne, jak marchew, sellery, pietruszka i inne. Licznie ta rodzina jest reprezentowana we florze stepowej.

Rodzinę baldaszkowatych zaliczamy do rzędu baldachokwiatowych (*Umbelliflorae*).

Wszystkie dotychczas rozpatrywane przez nas rośliny, prócz pierwiosnka, odznaczają się tem, że koronę lub okwiat mają z wolnych listków lub płatków lub są zupełnie pozbawione okwiatu; zaliczamy je przeto do roślin albo bezpłatkowych (wierzbowate, pokrzywowate), albo wolnopłatkowych.

19. Rodzina: Wrzosowate (*Ericaceae*).

a) BORÓWKA CZERNICA (*Vaccinium myrtillus*, rys. 206). Borówka czernica jest krzewem obficie rosnącym u nas w lasach; tworzy ona wzniesione gałązki o liściach sztywnych, niepodzielonych,



Rys. 206. Kwiaty i owoce borówki czernicy: A — pęd z kwiatami, zmniejszony do $\frac{3}{4}$; B — kwiat z zewnątrz; C — kwiat w przekroju podłużnym; D — górną część dojrzewającego owocu ze śladami po odpadłych pręcikach i szyćce słupka; E — owoc w przekroju poprzecznym. B, C, D i E powiększone 2 do 3 razy.

ustawionych skrętolegle, na zimę opadających. Z kątów górnych liści pojedynczo wyrastają kwiaty na szypułkach, zwieszających się ku dołowi. Borówka kwitnie w miesiącach wiosennych.

Kwiaty. Kwiaty borówki są barwne, obupłciowe, promieniste; składają się one z nikłego, zielonego, pięciodziałkowego kielicha oraz beczułkowatej zielonkawo-czerwonej korony, zrosniętej z pięciu płatków; korona zwęża się u góry i posiada pięć ząbków. Wewnątrz kwiatu znajduje się dziesięć pręcików, o krótkich, łukowato zgiętych ku środkowi nitkach i pylnikach, otaczających szyjkę słupka; pręciki leżą w dwóch okółkach po pięć pręcików w każdym okółku; na pylnikach z zewnętrznej strony znajdują się po dwa, bardzo charakterystyczne, ku górze sterzące rożki; w środku kwiatu znajduje się słupek, zrosnięty z pięciu owocolistków (pięciokrotny) o zalążni leżącej poniżej okwiatu — słupek więc u borówki czernicy jest dolny; sama zalążnia jest pięciokomorowa, z licznymi zalążkami na łożysku środkowym; pojedyncza długa szyjka wychyla się na zewnątrz kwiatu z beczułkowatej korony i podobnie jak korona i pręciki jest zwrócona wdół; górna strona zalążni, ukryta w kwiecie i otoczona nitkami pręcików, posiada między szyjką słupka i pręcikami uwypuklenie w postaci krążka; uwypuklenie to ma brzeg falisty i dochodzi do miejsca przyczepienia nitek pręcikowych do dna kwiatowego. Wzór kwiatu borówki czernicy jest $K_5 C_{(5)} A_{5+5} G_{(5)}$.

Zapylanie. Kwiaty borówki są zapylane przez owady, głównie pszczoły, które zapuszczają swe narządy pyszczkowe do miodników, ukrytych przy nitkach pręcikowych; owady jednocześnie poruszają rożki i z pylników wtedy wysypuje się pyłek; pylniki pękają na szczycie, tworząc otworki, przez które wysypuje się pyłek i pada na głowę owada; jeżeli teraz owad przeleci na inną roślinę, to najpierw główką dotknie wystającego z kwiatu znamienia i zostawi na nim pyłek.

Owoce. Po zapyleniu korona odpada, pręciki i szyjka jeszcze jakiś czas pozostają, wreszcie i one odpadają i z zalążni powstaje owoc z licznymi nasionami, o mięsistej, soczystej jadalnej owocni — jagoda. Jagoda borówki jest kulista, czarna, z niebieskawym nalotem od pokrywającego ją wosku. Na jagodzie tej możemy wyróżnić miejsca, w których odpadła korona, pręciki i szyjka. Mięsiste, jadalne owoce są pożerane przez ptaki, które jednocześnie rozsiewają nasiona.

b) BORÓWKA BRUSZNICA (*Vaccinium vitis idaeae*, rys. 205). Borówka brusznica jest rośliną pospolitą u nas w suchych lasach lub na porę-

bach; liście jej również skórzaste, niepodzielone, na zimę nie odpadają; borówka brusznica jest więc rośliną zimozieloną. Kwiaty borówki bruszniczy są mniej więcej tak samo zbudowane, jak i czernicy, tylko są czterokrotne, o wzorze $K_4 C_{(4)} A_{4+4} G_{(4)}$ i pylniki ich nie posiadają rożków. Owocem jest również jagoda barwy czerwonej; z jagód borówki bruszniczy są wyrabiane konfitury.



Rys. 207. Kwiaty borówki bruszniczy: A — gałązka z kwiatami wielkości naturalnej; B — kwiat oglądany z góry, nieco powiększony.

Podobne również pędy i kwiaty (tylko o słupku górnym) mają wrzosi (*Calluna vulgaris*), pospolite w wilgotnych lasach sosnowych bagno (*Ledum palustre*), obficie rosnące w górach alpejskich i Karpatach wschodnich różaneczniki (*Rhododendron*) i inne. Ze względu na podobieństwo budowy pędów, życia i kwiatów łączymy je w rodzinę wrzosowatych. Narys kwiatów wrzosowatych podajemy na rys. 208.



Rys. 208. Narys kwiatów wrzosowatych.

Rodzina wrzosowatych (*Ericaceae*) obejmuje rośliny drzewiaste, przeważnie krzewy, o liściach niepodzielonych, skórzastych, u wielu gatunków zimozielonych. Kwiaty są barwne, promieniste, obupłciowe, zrostopłatkowe, (u niektórych gatunków, jak np. bagno, żółtawina wolnopłatkowe), pięciokółkowe, czterokrotne (wzór borówki bruszniczy $K_4 C_{(4)} A_{4+4} G_{(4)}$) lub pięciokrotne (wzór borówki czernicy $K_5 C_{(5)} A_{5+5} G_{(5)}$); słupek jest dolny (borówka) lub górny (wrzós, bagno, różaneczniki); pręciki u wielu gatunków posiadają bardzo charakterystyczne rożki, przyczem pyłek wysypuje się przez otworki na szczycie. Zapylane są przez owady, niektóre zaś gatunki, rosnące w Afryce, zapylane są przez ptaki. Owocem jest jagoda (borówki, mącznica), lub torebka (bagno, różanecznik, wrzós). Rośliny z tej rodziny tworzą u nas wrzosiiska, a prócz tego licznie występują w górach i na północy.

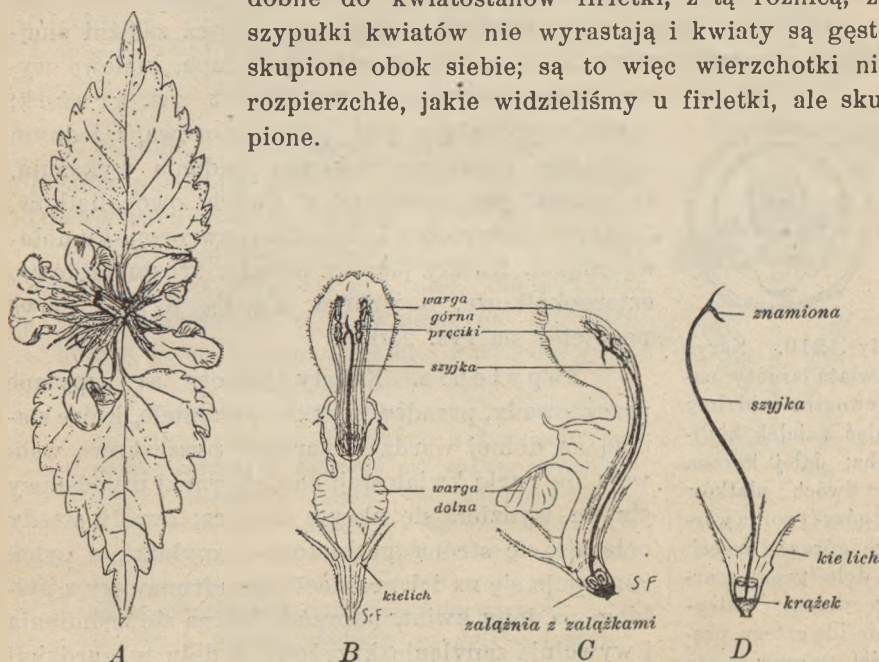
Wrzosowate zaliczamy do rzędu dwurożnych (*Bicornes*).

20. Rodzina: Wargowe (*Labiatae*).

a) JASNOTA BIAŁA (*Lamium album*, rys. 209 i 210). Budowę pędów jasnoty już poznaliśmy w pierwszej części (str. 6); widzie-

liśmy, że wytwarza ona pędy roczne o liściach, niepodzielonych, naprzeciwległych w okółkach międzyległych.

Kwiatostan. Kwiaty jasnoty wytwarzają się w górnych okółkach; tworzą one kwiatostany (w każdym okółku po dwa), podobne do kwiatostanów firletki, z tą różnicą, że szypułki kwiatów nie wyrastają i kwiaty są gęsto skupione obok siebie; są to więc wierzchotki nie rozpięchłe, jakie widzieliśmy u firletki, ale skupione.



Rys. 209. Kwiaty jasnoty: *A* — odcięty z pędu okółek z liśćmi przyswajającymi i dwoma kwiatostanami w kącie liści; *B* i *C* — pojedyncze kwiaty z zewnątrz i w przekroju podłużnym; *D* — kielich i słupek po usunięciu korony i pręcików. *A* — zmniejszone do $\frac{3}{4}$; *B*, *C* i *D* — powiększone 2 do 3 razy. (Patrz również rys. 2 i 3).

Kwiaty. Kwiaty jasnoty są duże, obupłciowe, zrosłopłatkowe, białe, grzbieciste; nazewnątrz posiadają one kielich, zrosnięty w rurkę zgiętą z pięcioma ząbkami; kielich jest pięciodziałkowy. Korona u dołu ma kształt kolankowato wygiętej rurki, u góry zaś rozszerza się w postaci dwóch warg; górna warga tworzy rodzaj hełmu, dolna ma natomiast wywinięte nazewnątrz brzegi i składa się z jednego środkowego, szerokiego ząbka, u dołu podzielonego, i dwóch bocznych; przyjmujemy na mocy badań porównawczych, że korona składa się z pięciu zrosniętych płatków, przyczem dwa płatki tworzą wargę górną, a trzy wargę dolną. Pod górną wargą znajdują się cztery

pręciki, z których dwa mają dłuższe nitki, dwa krótsze; tego rodzaju pręciki noszą nazwę dwusilnych; nitki pręcikowe są owłosione i zrastają się z rurką korony. Między pręcikami znajduje się łukowato wygięta szyjka z rozdwojonem znamieniem; załącznia jest ukryta u dołu w rurce korony; składa się ona z czterech części, ułożonych nakrzyż, przyczem szyjka tkwi w środku; nazewnątrz załączni znajdują się jeszcze cztery drobne, dostrzegalne pod lupą, białawe wy-



Rys. 210. Narys kwiatu jasnoty; nazewnątrz widzimy pięć działek kielicha; dalej korona z dwóch płatków u góry (tworzą wargę górną) i trzech u dołu (tworzą wargę dolną); następnie idą cztery pręciki, przyrośnięte do płatków; w środku czterokomorowy słupek.

rostki dna kwiatowego, tworzące t. zw. krążek; każda część załączni jest jednokomorowa, z jednym załączkiem, przyczem dokładne badania wykazują, że słupek jest zrosnięty z dwóch owocolistków. Załączki są odwrócone i okienkiem zwrócone ku dołowi załączni. Kwiaty jasnoty są więc zrosłopłatkowe, czterookółkowe, o wzorze $K_{(5)} C_{(5)} A_4 G_{(2)}$; narys podajemy na rys. 210.

Zapylenie. Kwiaty jasnoty są zapylane przez owady, przedewszystkiem trzmiele, które siadają na dolnej wardze i narządy pyszczkowe wsuwają do rurki kwiatowej; na dnie rurki u podstawy słupka wydziela się ukryta słodycz; owady wtedy ocierają się stroną grzbietową o pylniki, a pyłek rozsypuje się na ich grzbiecie; przefrunawszy z pyłkiem na inny kwiat, naprzód dotkną się znamienia i wywołują zapylenie krzyżowe; u dołu w gardzieli kwiatu znajduje się poprzeczna fałda owłosiona, która nie dopuszcza do słodyczy drobnych owadów.

Owoce. Po zapyleniu korona z pręcikami i szyjką słupka odpada i z każdej części załączni powstaje owoc suchy — rozłupka, rozpadająca się na cztery orzeszki. Po wydaniu owoców pędy nadziemne jasnoty giną i roślina zimuje podziemnem kłączem i pąkami zimującymi.

b) **SZAŁWJA ŁAKOWA** (*Salvia pratensis*, rys. 211). Szałwja łąkowa rośnie u nas bardzo często na miejscach suchych, słonecznych. Tworzy ona pędy nadziemne o liściach, podobnie jak u jasnoty, niepodzielonych, ustawionych skądolegle, i łodydze czterokanciastej.

Piękne, duże, fioletowe kwiaty szalwji są zbudowane podobnie jak kwiaty jasnoty; różnią się tylko tem, że posiadają nie cztery pręciki, lecz dwa, oraz tem, że znamie słupka wysuwa się nazewnątrz korony; pręciki u szalwji są tak urządzone, że jeżeli trzmiel dotknie się ich główką, to pylniki opadają na grzbiet owadu i wysypują pyłek, natomiast owad nie dotyka wtedy zna-

mienia; po opuszczeniu kwiatu przez owada pręciki przyjmują swoje poprzednie położenie; w kwiatach szalwji dojrzewają wpierw pręciki, a później słupki: kiedy więc pylniki zostają opróżnione z pyłku, szyjka słupka ze znamionami opada ku dołowi i owad, przeleciawszy z innego kwiatu z grzbietem obsypanym pyłkiem, dotknie się znamienia i dokona zapylenia. Niezmiernie ciekawe to zjawisko było już poznane i opisane przed 150 laty.

Podobnie zbudowane pędy i kwiaty jak jasnota posiadają rośliny zielne, jak: gajowiec (*Galeobdolon luteum*), mięta (*Mentha*), dąbrówka (*Ajuga reptans*), bluszczyk (*Glechoma hederacea*, patrz str. 41 rys. 35), macierzanka (*Thymus serpyllum*) o drewniejących łodygach i inne. Tworzą one rodzinę wargowych.



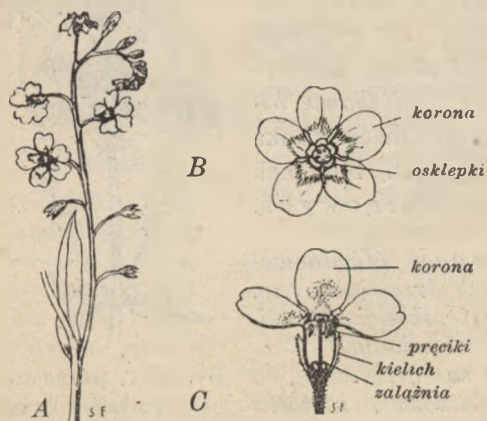
Rys. 211. Górna część pędu szalwji z kwiatami, zapyłanymi przez trzmiele.

Rodzina wargowych (*Labiatae*) obejmuje rośliny zielne lub drzewiaste (np. macierzanka) o łodydze czterokanciastej, liściach niepodzielonych, ustawionych stale naprzeciwlegle. Kwiaty są grzbieciste, o barwnej koronie zrosłopłatkowej, kształtu dwu warg, czterech dwusilnych pręcikach (dwa pręciki u szalwji) i jednym górnym, dwukrotnym słupku; kwiaty są czterookółkowe, o wzorze przeważnie $K_{(5)} C_{(5)} A_4 G_{(2)}$ (u szalwji $K_{(5)} C_{(5)} A_2 G_{(2)}$); słupek jest czterokomorowy, z jednym zalążkiem odwróconym i okienkiem, zwróconem ku dołowi, w każdej komorze; szyjka słupka tkwi we wgłębieniu między częściami zalążni i łukowato wygina się razem z nitkami pręcików pod górną wargą. Kwiaty, u wielu gatunków bardzo wonne, są zapylane przez owady, głównie trzmiele, są jednak znane zapylenia szalwji egzotycznej przez kolibry; słodycz znajduje się ukryta u podstawy słupka i jest dostępna tylko dla owadów długopyszczowych. Owoc suchy, rozpadający się na cztery orzeszki. U nas rodzina ta jest reprezentowana przez liczne gatunki roślin leśnych, łąkowych, ruderalnych i innych. Bardzo liczne gatunki tej rodziny występują nad brzegami morza Śródziemnego.

21. Rodzina: Szorstkolistne (*Boraginaceae*).

NIEZAPOMINAJKA BŁOTNA (*Myosotis palustris*, rys. 212). Niezapominajka błotna jest piękną rośliną wieloletnią, niekiedy masowo rosnącą nad brzegami strumieni łąkowych. Tworzy ona pędy owłosione z liśćmi niepodzielonymi, lancetowatymi, ustawionymi skrętogle.

Kwiatostan. Szczyt pędu jest zakończony kwiatostanem, skręcającym się w paku ku dołowi; badania wykazują, że pęd główny kończy się kwiatem, a pozostałe części kwiatostanu wyrastają jako pędy boczne; następny pęd również kończy się kwiatem, a dalsze części są dalej pędem bocznym i t. d. W ten sposób powstaje kwiatostan typu wierzchołkowego, zwany sierpikiem. Istotę tego kwiatostanu najlepiej uprzytomnimy sobie, porównując go ze sztucznie wywołanem rozgałęzieniem u grochu (patrz str. 37 rys. 26); u grochu pęd główny i boczne nie rozwijały się z powodu ich ucinania; u niezapominajki pęd główny i boczne nie rozwijają się z powodu przekształcenia się w kwiaty; (schemat kwiatostanu patrz rys. 157 G).



Rys. 212. Kwiaty niezapominajki: A — pęd z kwiatami, wielkości naturalnej; B — kwiat oglądany z góry; C — kwiat w przekroju podłużnym. B i C powiększone kilka razy.

komorze; szyjka słupka osadzona jest we wgłębieniu pomiędzy częściami słupka. Wzór kwiatu niezapominajki jest: $K_{(5)} C_{(5)} A_5 G_{(2)}$.

Zapylanie i owoce. Niezapominajka jest zapylana przez owady, zwabione barwą kwiatu i słodyczą zupełnie ukrytą na dnie rurki kwiatowej u nasady słupka; odwiedzane są przez pszczoły, motyle, chrząszcze oraz drobne muchy. Po zapyleniu korona i pręciki odpadają i tworzy się, podobnie jak u jasnoty, owoc rozłupka pękająca na cztery orzeszki.

Podobne mniej więcej kwiaty tworzy u nas szereg roślin polnych, jak farbownik (*Anchusa*), żywokost (*Symphytum*), miodunka (*Pulmonaria*), żmijowiec (*Echium vulgare*) (o kwiatach grzbiecistych) i inne. Zaliczamy je do rodziny szorstkolistnych.

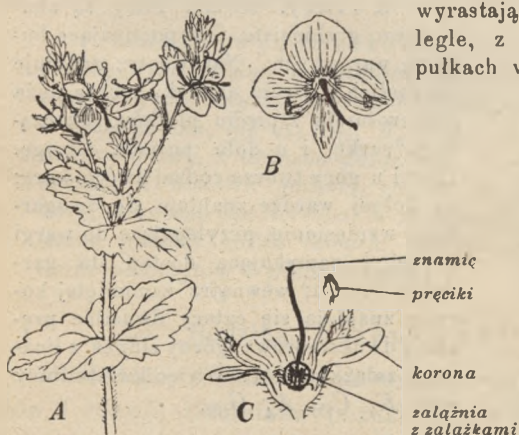
Rodzina szorstkolistnych (*Boraginaceae*) obejmuje rośliny przeważnie zielne o pędach mniej lub więcej szorstko owłosionych, o liściach niepodzielonych, ustawionych skrętolegle; kwiaty są barwne w kwiatostanach.

stanach typu wierzchołkowego, promieniste lub grzbieciste, zrosłopłatkowe, czterokółkowe, o wzorze $K_5 C_{(5)} A_{(5)} G_{(2)}$; u niektórych gatunków korona wytworza t. zw. osklepski, zamykające wejście do rurki korony; dwukrotny górny słupek podzielony na cztery części jednokomorowe z szyjką osadzoną we wgłębieniu pomiędzy częściami słupka; w każdej komorze znajduje się jeden zalążek. Kiciaty są zapylone przez owady, a owocem są cztery orzeszki. Rodzina ta jest licznie reprezentowana we florze śródziemnomorskiej i w Kalifornji; niektóre gatunki z tej rodziny są drzewami, rosnącymi także pod zwrotnikami.

22. Rodzina: Trędownikowate (*Scrophulariaceae*).

a) PRZETACZNIK OŻANKOWY (*Veronica chamaedrys*, rys. 213, 214).

Przetacznik ożankowy jest byliną, pospolicie rosnącą na trawnikach. Wytwarza on pędy roczne o ulistnieniu naprzeciwległym; na łodydze wyrastają włoski w dwóch rzędach; z dwóch stron okółka u góry pędu głównego wyrastają pędy boczne, ulistnione skrętoległe, z kwiatami, wyrastającymi na szypułkach w kącie liści-przysadek.



Rys. 213. Pęd i kwiaty przetacznika ożanki:
A — pęd z kwiatami wielkości naturalnej;
B — pojedynczy kwiat z zewnątrz; C — pojedynczy kwiat w przekroju podłużnym.



Rys. 214. Narys kwiatu przetacznika; gwiazdkami oznaczamy pręciki przypuszczalne, które się nie rozwinięły.

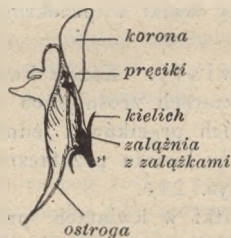
Kwiaty. Każdy kwiat składa się z drobnego, czterolistkowego kielicha, z czterech zrosniętych u dołu w krótką rurkę, lazuruowo-błękitnych płatków, dwóch pręcików i jednego dwukrotnego, jednokomorowego, górnego słupka. Wzór kwiatu przetacznika jest: $K_4 C_{(4)} A_2 G_{(2)}$; narys kwiatu podajemy na rys. 214.

Płatki w kwiatach przetacznika nie są jednakowe, jeden z nich jest nieco mniejszy, tak że kwiat ma budowę grzbiecistą; na tle jasnej barwy płatków wyraźnie uwidaczniają się wskaźniki. Kwiaty ustawione są w ten sposób, że płaskie, talerzykowate płatki mają położenie pionowe, tymczasem gdy wystające nazewnątrz dwa pręciki są rozstawione i sterczą poziomo, a szyjka słupka jest zwrócona nieco ku dołowi.

Zapylenie i owoce. Kwiaty przetacznika są otwarte i są zapylane przez muchówki; muchy zbliżają się do kwiatu zwabione barwą i słodyczą, wydzielającą się w rurce kwiatowej u podstawy słupka; słodycz jest przytem zakryta włoskami, wyrastającymi z płatków u gardzieli korony; owad siada na dolnym płatkowi i stroną brzusznią ociera się o znamię, jednocześnie porusza pręciki, które zbliżają się ku sobie i wysypują pyłek również na stronę brzusznią owada; jeżeli taki owad z pyłkiem przeleci na inny kwiat, dotknie naprzód znamienia i, przenosząc pyłek, dokona krzyżowego zapylenia. Po zapyleniu korona i pręciki odpadają, a ze słupka powstaje suchy owoc-torebka. Po wydaniu owoców pędy nadziemne giną.

b) **LNICA POSPOLITA** (*Linaria vulgaris*, rys. 215). Lnica pospolita jest byliną bardzo często rosnącą na polach i ugorach. Tworzy ona pędy proste, wzniesione, małorozgałęzione, gęsto ulistnione, o ulistnieniu skrętolęgłym. Na szczycie pędów wyrasta grono dużych, żółtych kwiatów.

Kwiaty. Kwiaty lniczy są obupłciowe, grzbieciste, przypominające budowę wargowych. Nazewnątrz znajduje się kielich z pięciu działek; korona duża jest zrosnięta z pięciu płatków, tworzących rurkę, i u dołu posiada ostrogę. Płatki u góry tworzą rodzaj dwóch warg; na dolnej wardze znajduje się dwugarbowe wzniesienie, przylegające do wargi górnej i zamykające dostęp do gardzieli kwiatu; wewnątrz zamkniętej korony znajdują się cztery dwusilne pręciki i dwukomorowy, górny słupek z licznymi zalążkami. Wzór więc kwiatu lniczy jest: $K_5 C_{(5)} A_4 G_{(2)}$.



Rys. 215. Pęd i kwiaty lniczy: *A*—pęd z kwiatami; *B*—pojedynczy kwiat w przekroju podłużnym. *A*—zmniejszone, *B*—wielkości naturalnej.

Zapyłanie. Kwiaty lniczy są zapyłane przez owady, głównie trzmiele, które siadają na wardze dolnej na pomarańczowym wzniesieniu; pod wpływem ciężaru owada kwiat się otwiera i owad wciska się do gardzieli kwiatu, do słodczy, zebranej w ostrodze, a wydzielanej u nasady zalążni; dotyka on wtedy grzbietem pylników i rozsypują na nim pyłek; jeżeli znów przeleci na inny kwiat, to dotknie naprzód znamienia i zapyli go; po opuszczeniu kwiatu przez owada kwiaty lniczy zpowrotem zamykają się.

Budowa kwiatu lniczy jest podobna do kwiatów jasnoty; różni się jednak budową słupka i kwiatostanu, którymi znów podobna jest do przetacznika.

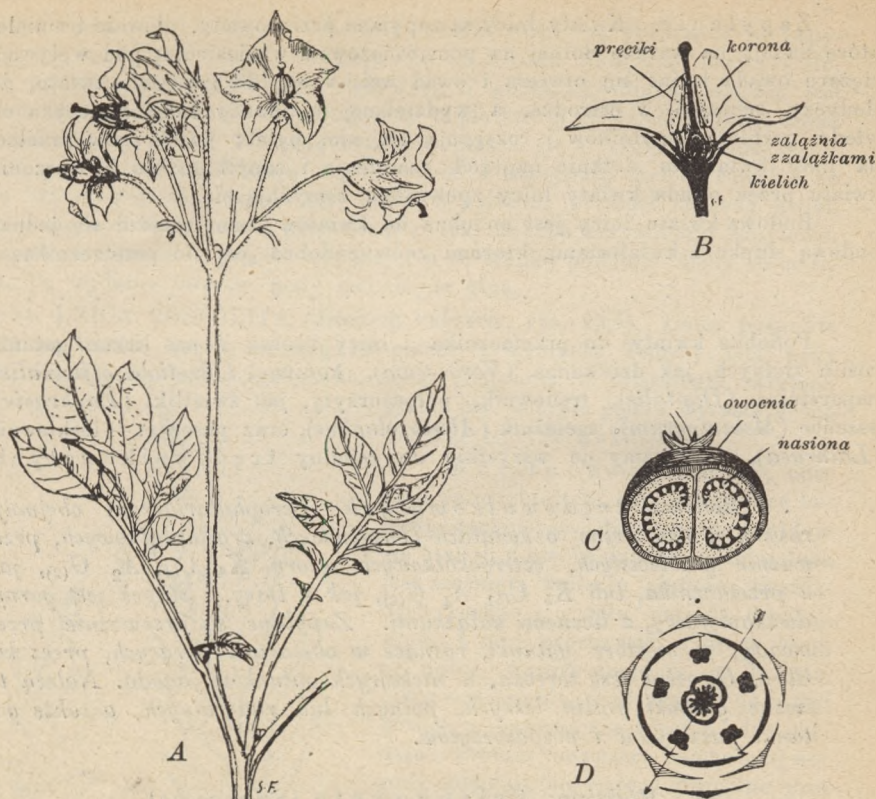
Podobne kwiaty do przetacznika i lniczy tworzą u nas liczne gatunki roślin zielnych, jak dziewanna (*Verbascum*), konitrud (*Gratiola officinalis*), naparstnica (*Digitalis*), trędownik, półpasorzyty, jak świetliki (*Euphrasia*), pszenice (*Melampyrum*), szeleżnik (*Aleatorolophus*), oraz pasorzyt — łuskiewnik (*Lathraea*). Zaliczamy je wszystkie do rodziny trędownikowatych.

Rodzina trędownikowatych (*Scrophulariaceae*) obejmuje rośliny u nas zielne o kwiatach obupłciowych, zrosłopłatkowych, przeważnie grzbiecistych, czterookółkowych wzoru $K_4 C_{(4)} A_2 G_{(2)}$, jak u przetacznika, lub $K_5 C_{(5)} A_4 G_{(2)}$, jak u lniczy. Słupek jest górny, dwukomorowy, z licznymi zalążkami. Zapyłane są przeważnie przez owady, a niektóre gatunki, rosnące w obszarach gorących, przez kolibry. Owocem jest torebka, u niektórych gatunków jagoda. Należą tu liczne gatunki roślin leśnych, polnych lub ruderalnych, a także gatunki pasorzytów i półpasorzytów.

23. Rodzina: Psiankowate (*Solanaceae*).

ZIEMNIAK (*Solanum tuberosum*, rys. 84 — 87 i 216). Budowę pędów i rozwój ziemniaka poznaliśmy w pierwszej części (str. 80). Teraz poznamy budowę i życie jego kwiatów. Ziemniak kwitnie w lipcu i sierpniu.

Kwiaty. Kwiaty ziemniaka wyrastają po kilka w kwiatostanach na szczycie pędów. Kwiaty są duże, barwne, obupłciowe, promieniste, o drobnym pięciodziałkowym kielichu, pięciu zrosłych płatkach w blado-niebieską koronę, pięciu pręcikach i jednego dwukrotnego, górnego słupka. Kwiaty są więc, również jak u jasnoty i przetacznika, czterookółkowe, o wzorze $K_5 C_{(5)} A_5 G_{(2)}$; narys kwiatu podajemy na rys. 216. Pręciki posiadają duże, żółte pylniki, które się łączą ze sobą, tworząc wystający nazewnątrz korony stożek i otaczający szyjkę słupka ze znamieniem. Zalążnia jest dwukomorowa i posiada liczne zalążki na łożysku środkowym; owocolistki słupka są skośnie ustawione względem symetrii kwiatu, co doskonale widać przy porównaniu narysów kwiatów trędownikowatych i ziemniaka.



Rys. 216. Kwiaty i owoc ziemniaka: *A* — pęd z liśćmi przyswajającymi i kwiatami, zmniejszony do $\frac{3}{4}$. *B* — pojedynczy kwiat w przekroju podłużnym, wielkości naturalnej; *C* — przekrój poprzeczny przez owoc; *D* — narys — w narysie strzałka oznacza, że zalążnia jest skręcona w stosunku do osi kwiatu; (patrz również rys. 84 — 87).

Zapylenie. Kwiaty ziemniaka nie wytwarzają słodyczy i są przeważnie samopylne; pyłek wysypuje się otworem u góry i zapyla znamie słupka. Po zapyleniu płatki i pręciki odpadają, zalążnia mięśnieje i wytwarza się owoc — duża zielona jagoda.

Podobnie zbudowane kwiaty do ziemniaka mają uprawiane u nas: pomidor (*Solanum lycopersicum*), tytoń (*Nicotiana*), dziko rosnący w lasach pokrzyk (*Atropa belladonna*), ruderalne psianki (*Solanum*), dziędzierzawa (*Datura Stramonium*) i inne. Rośliny te zalozamy do rodziny psiankowatych.

Rodzina *psiankowatych* (*Solanaceae*) obejmuje gatunki roślin zielnych, jednorocznych, bylin lub drzewiastych o kwiatach barwnych, obupłciowych, promienistych lub grzbiecistych, zrosłopłatkowych, czterookółkowych, wzoru $K_5 C_{(5)} A_5 G_{(2)}$; słupek jest górny, dwukrotny, skośnie ustawiony względem symetrii kwiatu; zalążnia jest dwukomorowa, z licznymi zalążkami na łożysku środkowym. Kwiaty są przeważnie zapylane przez owady, tylko niektóre gatunki obszarów gorących są zapylane przez ptaki. Owocem jest jagoda, jak u ziemniaka, psianki lub torebka, jak u dziedzierzawy; do tej rodziny należą rośliny uprawne, jak ziemniak, pomidor, tytoń.

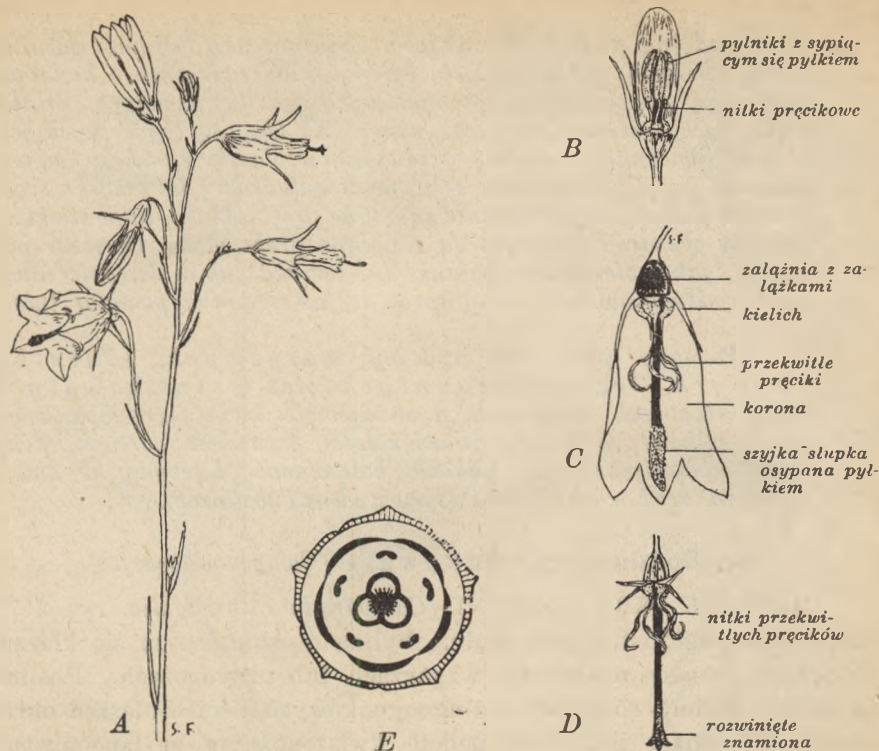
Poznane przez nas rodziny wargowych, szorstkolistnych, trędownikowatych oraz psiankowatych mają kilka cech wspólnych, a mianowicie: kwiaty zrosłopłatkowe, czterookółkowe, o słupku u większości gatunków górnym, dwukrotnym, z licznymi lub kilkoma zalążkami. Łączymy je zatem w jeden rząd *rurkokwiatowych* (*Tubiflorae*).

24. Rodzina: Dzwonkowate (*Campanulaceae*).

DZWONEK OKRĄGŁOLISTNY (*Campanula rotundifolia*, rys. 217). Dzwonek okrągłolistny jest drobną byliną o czołgającym się kłączu, pospolicie rosnącą na łąkach, wzgórzach lub przydrożach. Roślina ta tworzy u dołu różyczkę z długoogonkowych liści o blaszce okrągławej, natomiast liście na pędzie kwiatonośnym są lancetowate. W kątce każdego liścia u góry pędu wzniesionego na dość długiej szypułce wyrasta duży, barwny kwiat; jest on w paku wzniesiony do góry, a na krótko przed rozchyleniem się kwiatu skutkiem zgięcia się szypułki zwiesza się ku dołowi.

Kwiaty. Kwiaty dzwonka są zrosłopłatkowe, duże, barwne, obupłciowe, promieniste, o pięciu u dołu zrosniętych z zalążnią i wybiegających w nitkowate ząbki działkach kielicha, dużej dzwonkowatej, szerokorurkowej, ciemnoniebieskiej koronie, zrosniętej z pięciu płatków, z pięciu pręcików i słupka dolnego, trójkrotnego, trójkomorowego z licznymi zalążkami na łożysku brzeżnym. Wzór kwiatu dzwonka jest $K_5 C_{(5)} A_5 G_{(3)}$; narys podajemy na rys. 217 *E*.

Zapylanie i owoc. Niezmiernie ciekawy jest rozwój kwiatu dzwonka, złączony z jego zapylaniem się. Kwiaty są owadopylne, przedprątne; w paku kwiatowym duże pylniki są skupione ze sobą i otaczają szyjkę słupka; nitki pręcików u podstawy są szerokie poczem nagle zwężają się w krótką nitkę; pod szerokimi podstawami nitek, złączonych ze sobą włoskami, znajdują się na zalążni ukryte gruczoły miodnikowe; pylniki pękają jeszcze w paku i pyłek



Rys. 217. Kwiaty dzwonka: *A* — pęd z kwiatai; *B*, *C* i *D* — kwiaty w przekroju podłużnym—*B* w pąku i *C* w okresie pręcikowym, *D* w okresie słupkowym; *E* — narys kwiatu. *A* — wielkość naturalna; *B*, *C* i *D* — powiększone 2 do 3 razy.

wysypuje się do środka na szyjkę słupka, posiadającą liczne gęste włoski; po wysypaniu się pyłku pylniki się kurczą, rozchylają na boki i odslaniają osypaną pyłkiem, wychylającą się z rozwiniętego kwiatu, szyjkę słupka; owad zwabiony barwą kwiatów i słodyczą, kiedy odwiedzi kwiat, otrze się o buławkowatą szyjkę z pyłkiem i opyli swe ciało; kwiat jest wtedy w okresie pręcikowym; później następuje okres słupkowy: włoski na szyjce usychają, a na szczycie słupka rozchylają się trzy duże znamiona; owad, który przedtem otarł się o osypaną pyłkiem szyjkę kwiatu, jeżeli teraz odwiedzi nasz kwiat, to dotknie się znamienia i zostawi na nim pyłek. Po zapyleniu korona zycha się lecz nie odpada, a pozostaje na owocu, trójkomorowej torebce; torebka u dzwonka pęka nie u góry, a u dołu u podstawy słupka. Po wydaniu owoców pędy nadziemne rośliny giną.

Obok dzwonka okrągłolistnego rośnie u nas kilkanaście gatunków dzwonków; prócz tego podobne kwiaty tworzą zerwa (*Phyteuma*), jasioniec (*Jasione*) i inne. Zaliczamy je do rodziny dzwonkowatych.

Do rodziny dzwonkowatych (Campanulaceae) zaliczamy rośliny u nas zielne, o ulistnieniu skrętoległym. Barwne, albo zebrane w barwne kwiatostany kwiaty są obupłciowe, promieniste, cztero- lub pięciokółkowe o wzorze $K_5 C_{(5)} A_5 \overline{G_{(5)}}$; słupek jest dolny u większości gatunków trójkrotny, trójkomorowy z licznymi zalążkami na wypukłym łóżyisku brzeżnym; szyjka słupka jest owłosiona. Kwiaty są owadopylne, przedprątne, przyczem pyłek pada na włoski szyjki, a dopiero stamtąd na ciało owada. Owocem jest torebka. Gatunki roślin, należących do tej rodziny, spotykamy we wszystkich obszarach ziemi.

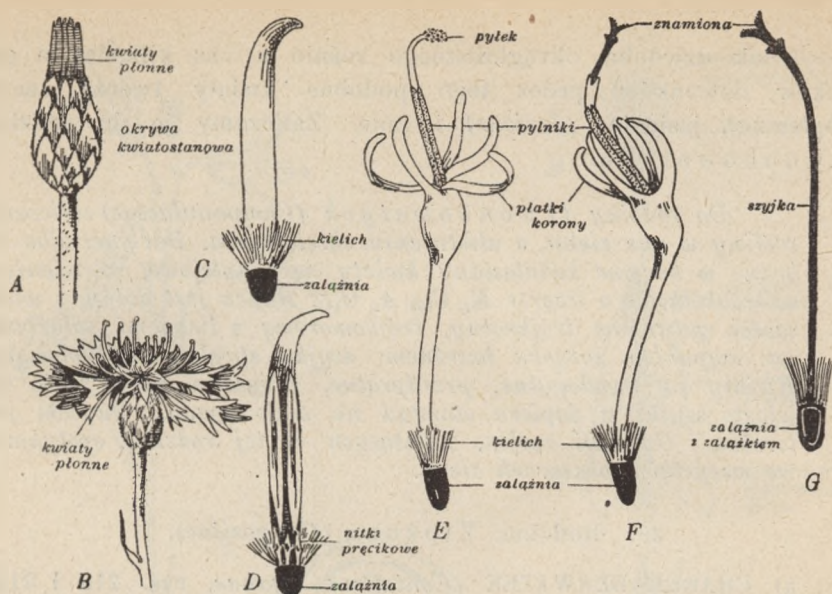
25. Rodzina: Złożone (*Compositae*).

a) CHABER BŁAWATEK (*Centaurea Cyanus*, rys. 218 i 219). Bławatek jest rośliną jednoroczną, rosnącą wśród zbóż jako pospolity chwast polny.

Kwiatostan. Wzniesione pędy ulistnione bławatka są zakończone dużymi, niebieskimi kwiatostanami z licznymi drobnymi kwiatami. Każdy kwiatostan jest pokryty u dołu dachówkowato okrywającymi się listkami, ustawionymi spiralnie; listki te tworzą t. zw. okrywę kwiatostanową. Liczne, drobne, bezszypułkowe kwiaty wyrastają bardzo gęsto obok siebie na rozszerzonym dnie kwiatostanowym; tego rodzaju kwiatostan nazywamy koszyczkiem; w koszyczku najstarsze są kwiaty zewnętrzne, a ku środkowi coraz młodsze (schemat tego kwiatostanu mamy na rys. 157 D).

Kwiaty. Kwiaty bławatka są dwójakiego rodzaju: inaczej są zbudowane nazewnątrz kwiatostanu, a inaczej wewnątrz.

Kwiaty wewnątrz kwiatostanu są drobne, obupłciowe, zrosłopłatkowe, promieniste; u dołu posiadają liczne włoski, które odpowiadają kielichowi, a mianowicie pięciu jego działkom; korona składa się z pięciu płatków, zrosniętych u dołu w długą, wąską rurkę; nad rurką korona jest rozdęta i zakończona pięcioma rozchylającymi się, niebieskimi łatkami; nitki pięciu pręcików są przyrośnięte do korony w miejscu rozdętem; pylniki są zrosnięte między sobą łącznikami w rurkę, wewnątrz której jak i poniżej wewnątrz rurki korony tkwi długa szyjka słupka; słupek jest dwukrotny, dolny (zalążnia jego położona jest poniżej rurki korony i włosków



Rys. 218. Kwiaty chabru bławatka: *A* — koszyczek kwiatów w pąku; *B* — koszyczek kwiatów rozwinięty; *C* — pojedynczy kwiat w pąku; *D* — kwiat w pąku po oderwaniu korony; *E* — kwiat w okresie pręcikowym, z wysypującym się pyłkiem; *F* — kwiat w okresie słupkowym; *G* — kwiat w okresie słupkowym z oderwaną koroną i pręcikami, oraz z przekrojoną podłużnie zalążnią.

kielicha), jednokomorowy, z jednym odwróconym zalążkiem wewnątrz. Wzór więc kwiatu bławatka jest $K_5 C_{(5)} A_{(5)} \overline{G}_{(2)}$; narys podajemy na rys. 219.



Rys. 219. Narys kwiatu chabru bławatka: nawiętro kropkami oznaczony kielich; dalej pięć płatków korony i pięć zróżnicowanych do korony pręcików; w środku jednokomorowy słupek z jednym zalążkiem.

Na obwodzie kwiatostanu znajdują się stosunkowo duże, niebieskie, zagięte i zwieszające się nazewnątrz kwiatostanu kwiataki; leżą one w jednym szeregu i tworzą jakgdyby barwną koronę kwiatostanu; składają się one z lejkowatej, zgiętej korony, zakończonej kilkoma ząbkami; kwiataki te mają budowę grzbiecistą; nie widzimy w nich ani normalnie wykształconych pręcików, ani słupka; mówimy o nich, że są płonne.

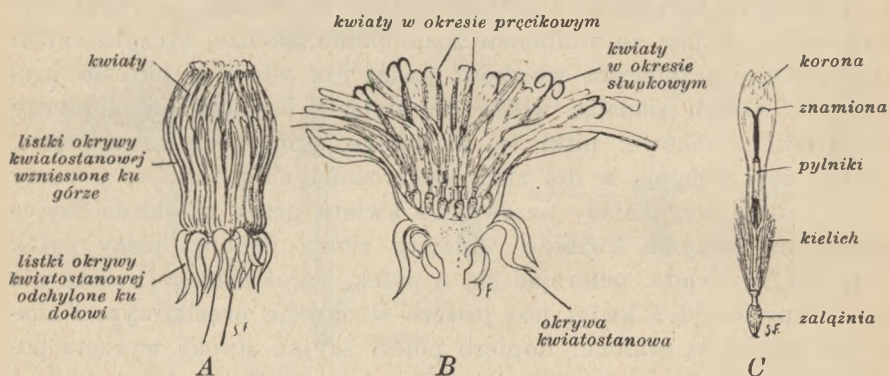
Zapylenie i owoce. Kwiataki bławatka są owadopylne, przedprątne; jako powabnia służy barwa całego kwiatostanu, zwłaszcza płonne, duże kwiataki na obwodzie zdala uwy-

datniają kwiatostan; prócz tego na dnie rurki kwiatów wydziela się słodycz. W kwiatostanie więc bławatka nastąpił podział pracy pomiędzy kwiatami; kwiaty wewnątrz kwiatostanu wydają owoce, natomiast kwiaty brzeżne są płonne i znacznie zwiększają powabnię kwiatostanu. Pyłek dojrzewa bardzo wcześnie, jeszcze kiedy kwiaty są w paku; pylniki są zwrócone ku wewnątrz kwiatu i ku wewnątrz do rurki ze zrośniętych pylników sypie się pyłek; w środku tej rurki wyrasta szyjka słupka ze stulonemi znamionami; poniżej szczytu szyjki znajduje się szczoteczka włosków; kwiat jest wtedy w okresie pręcikowym. Owad, siadając wtedy na kwiecie i poszukując słodyczy trąca nitki pręcikowe; nitki te, drażnione, zginają się ku zewnątrz, kurczą się i ściągają w dół rurkę ze zrośniętych pylników, a wtedy pyłek zostaje wygarniany nazewnątrz kwiatu przez włoski na szyjce słupka; na szczycie kwiatów widzimy wtedy drobny, jasny pyłek (rys. 218 E); owady, ocierając się o pyłek, tegoż samego kwiatu nie mogą zapylić, gdyż kwiat jest jeszcze w okresie pręcikowym i znamiona słupka są stulone; dopiero potem szyjka słupka wyrasta ponad rurkę pylnikową i rozchylają się dwa znamiona; następuje więc okres słupkowy, w którym na rozchylone znamiona (rys. 218 F) owady przenoszą pyłek z innych kwiatów. W jednym i tym samym koszyczku możemy znaleźć kwiaty we wszystkich stopniach rozwoju; w środku kwiatostanu znajdziemy kwiaty jeszcze w paku, dalej ku brzegowi z wysypującym się pyłkiem i szyjką słupka, ukrytą wewnątrz rurki pręcików (okres pręcikowy) i wreszcie przy brzegu z rozwiniętymi i wysuniętymi nazewnątrz znamionami (okres słupkowy). Po zapylaniu korona, pręciki i szyjka słupka odpadają i tworzy się owoc jednonasienny — niełupka z wiankiem włosków kielicha. Po wydaniu owoców roślina ginie i zimuje tylko nasionami.

b) MNISZEK (*Taraxacum officinale*, rys. 220, 221 i 74). Mniszek jest wieloletnią byliną, pospolicie rosnącą na trawnikach i przydrożach; kwitnie od wiosny do późnej jesieni; wcinane jego liście tworzą przyziemną różyczkę; z różyczki tej wyrastają pędy wzniesione z łodygą, pozbawioną liści, w środku wydrążoną; na szczycie dźwiga ona duży kwiatostan z żółtych kwiatów; łodyga kwiatostanu podobnie jak i liście posiada rury mleczne, wypełnione białym sokiem.

Kwiatostan i kwiaty. Kwiatostan mniszka z zewnątrz otoczony jest listkami okrywy; listki zewnętrzne okrywy odchylają się ku dołowi, a wewnętrzne są wzniesione do góry i okrywają kwiatostan w paku. Liczne, drobne kwiaty mniszka tworzą kwiatostan-koszyczek, zupełnie podobny jak u chabru. Każdy kwiat mniszka składa

się z licznych włósków, odpowiadających pięciu działkom kielicha, z korony zrosłopłatkowej, u dołu zrośniętej w rurkę i wybiegającą w dość szeroki, żółty listek, posiadający na szczycie pięć ząbków; pręcikowie i słupek są prawie zupełnie podobnie zbudowane jak u chabru; kwiaty mają ten sam wzór i ten sam narys, co i kwiaty chabru. Kwiaty mniszka różnią się natomiast od kwiatów chabru barwą i bu-



Rys. 220. Kwiatostan i kwiaty mniszka: *A*—koszyczek zamknięty; *B*—koszyczek rozwinięty, przekrojony podłużnie, z kwiatami w okresie pręcikowym i słupkowym; *C*—pojedynczy kwiat z okresu słupkowego. *A* i *B*—nieco powiększone; *C*—powiększone dwa razy; (patrz również rys. 74).

dową swej korony: u bławatka korona kwiatów wewnętrznych była promienista; mówimy, że bławatek ma kwiaty rurkowate; u mniszka korona jest grzbiecista, zrośnięta w jeden listek — jęczeczek, mówimy więc, że kwiaty są jęczyczkowate; cały kwiatostan u mniszka jest



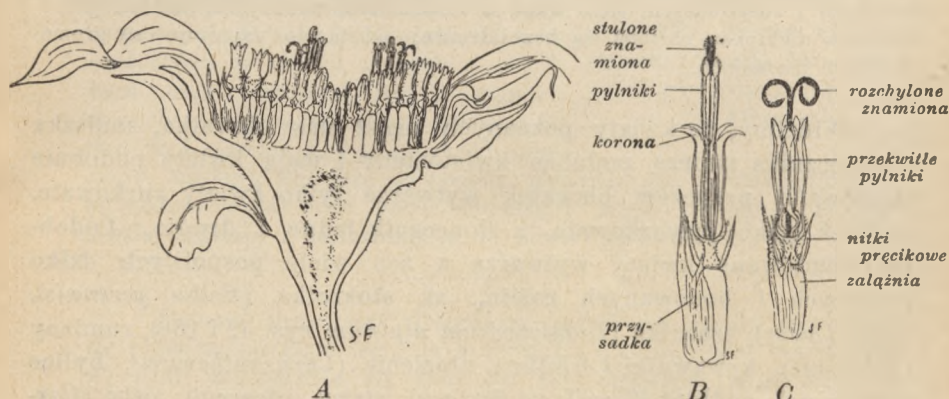
Rys. 221. Puszysty owocostan mniszka. Wielkość naturalna.

zbudowany jedynie z takich kwiatów jęczyczkowatych. Kwiatostany mniszka wieczorem się stulają, a dopiero nad ranem rozchylają się z niego złociste kwiaty. To otwieranie się i zamykanie kwiatów powtarza się codziennie aż do przekwitnięcia.

Owocowanie. Rzecz ciekawa, że u mniszka, mimo tego że kwiaty są barwne i robią na nas wrażenie owadopylnych, zapylenie, a więc i zapłodnienie nie następuje; obcinano bowiem w jednym kwiatostanie z niedojrzwałymi pylnikami wszystkie pręciki i przez okrycie kwiatu uniemożliwiono dostęp owadom z pyłkiem z in-

nych kwiatów, a mimo to słupki przekształciły się w owoce-nielupki. Owoce te, kiedy dojrzewają, są otoczone listkami okrywy; korona i pręciki wtedy odpadają, natomiast część słupka między owocem i włoskami się wydłuża; po dojrzewaniu owoców okrywa kwiatostanowa się odchyła i liczne owoce z włoskami sterczą nazewnątrz, tworząc pyszną puszystą kulę (rys. 221). Owociki z włoskami są odrywane przez wiatr i z wiatrem przenoszone na dalsze odległości. Po wydaniu owoców pędy nadziemne giną i roślina zimuje, mając korzenie i pąki zimujące.

b) SŁONECZNIK (*Helianthus annuus*, rys. 222). Słonecznik jest rośliną jednoroczną, pospolicie u nas hodowaną dla pięknych kwiatów lub jadalnych nasion. Dziko rośnie w Ameryce tropikalnej. Tworzy duże, do dwóch i więcej metrów sięgające pędy wzniesione, zakończone dużymi, pół metra sięgającymi, barwnymi koszyczkami kwiatów.



Rys. 222. Kwiatostan i kwiaty słonecznika: *A*—koszyczek przecięty wzdłuż—u góry w środku linę wklęsłą tworzą kwiaty w paku, następnie z jednej i drugiej strony kwiaty rozwinięte: dwa pierwsze w okresie pręcikowym, następny w okresie słupkowym (porównaj *C*), wreszcie ku brzegowi kwiaty przekwitłe, owocujące; *B*—pojedynczy kwiat w okresie pręcikowym; *C*—pojedynczy kwiat w okresie słupkowym; w *B* i *C* — odcięto przednie płatki korony w celu uwidocznienia pręcików i przebiegającej między nimi szyjki słupka. *A* — zmniejszone; *B* i *C* — powiększone 3 — 4 razy.

Kwiatostan. Kwiatostan-koszyczek słonecznika w paku jest wzniesiony i okryty dużymi listkami okrywy; po rozwinięciu się kwiatostanów pęd poniżej kwiatostanu skręca się w ten sposób, że słonecznik jest stale zwrócony ku słońcu. Dno kwiatostanowe jest grube, mięsiste, białe, u dołu wydrążone; na nim wyrastają liczne łuskowate listki — przysadki, a w kącie każdej przysadki siedzi pojedynczy drobny kwiat.

Kwiaty. Kwiaty słonecznika są dwojakiego rodzaju.

Wewnątrz koszyczka kwiaty są promieniste, rurkowate, żółto-brunatne, podobnie zbudowane, jak kwiaty u bławatka; kielich jest dwudziałkowy, korona w kształcie rurki z pięciu łatkami u góry, pięć pręcików zrasta się pylnikami w rurkę, słupek jest dwukrotny, dolny, o stosunkowo dużej zalążni jednokomorowej z jednym zalążkiem wewnątrz komory; wewnątrz rurki kwiatowej u podstawy szyjki wydziela się w znacznej ilości słodycz. Kwiaty są owadopylne, również przedprątne; w jednym i tym samym kwiatostanie, podobnie jak u bławatka lub mniszka możemy znaleźć kwiaty w rozmaitych stopniach rozwojowych (patrz rys. 222 A).

Kwiaty leżące nazewnątrz na samym obwodzie koszyczka są znów podobnie zbudowane jak u mniszka; są one grzbieciste, żółte; tworzą u dołu rurkę i wybiegają nazewnątrz kwiatu w duży, żółty języczek z dwoma ząbkami na szczycie. Pręcików w tych kwiatach zupełnie nie znajdujemy, ze słupka zaś rozwijają się tylko owocolistki. Kwiaty te więc są, podobnie jak kwiaty obwodowe bławatka, płonne i znacznie zwiększają powabność kwiatostanu; powabnia ta silniej uwydatnia się przez różnicę barw kwiatów języczkowatych i rurkowatych. Jako owoc u słonecznika tworzy się jadalna jednosienna niełupka; nasiona są bezbielmowe; substancje zapasowe są gromadzone w liścieniach.

Widzimy, że kwiaty poznanych przez nas bławatka, mniszka i słonecznika tworzą podobne kwiatostany i mają kwiaty podobnie zbudowane, przyczem bławatek wytwarza tylko kwiaty rurkowate, mniszek tylko języczkowate, a słonecznik jedno i drugie. Podobnie zbudowane kwiaty wytwarza u nas wiele pospolitych dziko rosnących i hodowanych roślin, jak stokrotka (*Bellis perennis*), astry (*Aster*), szarotka (*Leontopodium alpinum* rys. 52 i 136), rumiany (*Anthemis*), krwawniki (*Achillea*), złocenie (*Chrysanthemum*), bylice (*Artemisia*), podbiał (*Tussilago farfara*), starce (*Senecio*), osty (*Carduus*), sałata (*Lactuca*), brodawniki (*Leontodon*), jastrzębce (*Hieracium*), oraz hodowane jak chryzantemy, amerykańskie georginie i inne. Zaliczamy je do wielkiej rodziny złożonych.

Rodzina złożonych (Compositae) obejmuje liczne gatunki u nas roślin zielnych, wytwarzających przeważnie liczne kwiaty w barwnych kwiatostanach koszyczkowych. Kwiaty są przeważnie drobne, zrosłopłatkowe, promieniste lub grzbieciste, czterookółkowe, pięciokrotne, z rurkową koroną, o wzorze $K_5 C_{(5)} A_{(5)} G_{(2)}$; kielich często w postaci łusek lub szczecinek; pręciki zrastają się pylnikami i łącznikami w rurkę, przez którą wyrasta szyjka słupka; szyjka ta poniżej znamion posiada włoski, wygarniające pyłek; słupek jest dolny, dwukrotny, jednokomorowy, z jednym odwróconym zalążkiem. Kwiaty są przeważnie owadopylne, przedprątne; jako powabnia służą barwa kwiatostanu, zwiększona zewnętrz-

nemi płonnymi, inaczej niż kwiatki wewnętrzne zabarwionymi, kwiatami, oraz słodycz wydzielająca się na duże rurki kwiatowej. Owocem jest niełupka, rozsiewana przez wiatr lub zwierzęta; nasiona są bezbielmowe. Rodzina ta obejmuje kilka tysięcy gatunków, występujących na całej kuli ziemskiej. U nas do tej rodziny należą jedynie rośliny zielne jednoroczne lub wieloletnie; niektóre jak goździki, astry są hodowane lub jak saluta uprawiane; w górach zachodniej Afryki rośnie gatunek starca (t. zw. *Senecio Johnstonii*, rys. 223), tworzący bardzo charakterystyczne drzewa; niektóre znów gatunki tworzą poduszki na skałach.



Rys. 223. Starzec kilimandżarski (*Senecio Johnstonii*) z gór Kilimandżaro w Afryce.

W budowie kwiatów dzwonkowatych i złożonych widzimy wiele podobieństwa; rośliny należące do tych rodzin mają kwiaty zrosłopłatkowe, czterookółkowe o słupku dolnym i pręcikach często zrosłych lub złączonych w rurkę; łączymy te rodziny razem w jeden rząd główkowzrosłych (Synandreae). Rośliny należące do rzędów: dwurożnych, rurkokwiatowych, główkowzrosłych oraz pierwiosnkowych mają kwiaty o koronie zrosłopłatkowej i zaliczamy je do zrosłopłatkowych.

Poznane przez nas dotychczas rodziny i rzędy odznaczają się przede wszystkim tem, że w zarodku nasion roślin należących do nich wytwarzają się stale po dwa liścienie (patrz str. 36), mają odrębnie zbudowane łodygi (patrz str. 66) i kwiaty—łączymy je zatem w jedną klasę dwuliścieniowych (*Dicotyledones*).

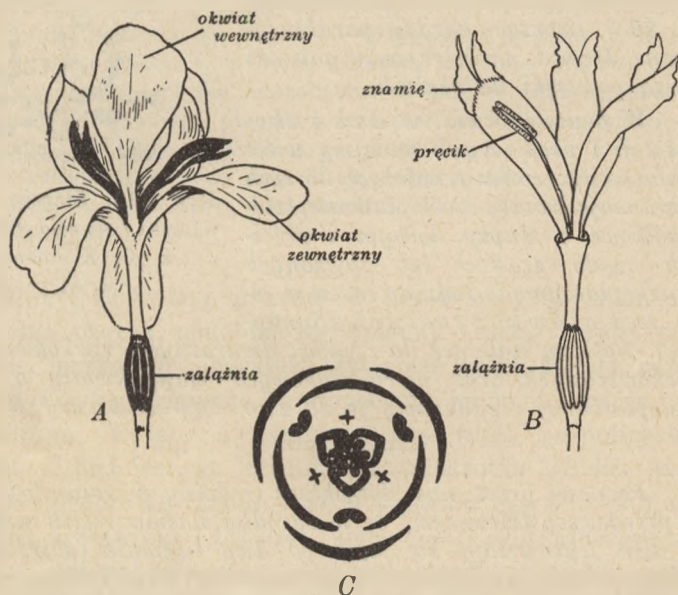
B. Klasa: JEDNOLIŚCIENNE (*Monocotyledones*).

26. Rodzina: Kosaćcowate (*Iridaceae*).

KOSACIEC OGRODOWY (*Iris*, rys. 224). Kosaciec ogrodowy jest wieloletnią byliną, często hodowaną w ogrodach. Tworzy on grube, podziemne kłącze, z którego corocznie wyrastają pędy nadziemne z liśćmi i kwiatami.

Kwiaty. Kwiaty kosaćca są obupłciowe, duże, barwne, promieniste. Składają się one z fiołkowego okwiatu dwuokółkowego, trójkrotnego; listki okwiatu u dołu zrastają się w rurkę; zewnętrzny okółek okwiatu składa się z listków zwieszonych ku dołowi; na

każdym listku znajduje się podłużna, szczoteczkowata smuga pomarańczowych włosków, zbiegających ku gardzieli kwiatu; wewnętrzne listki okwiatu są wzniesione ku górze i tworzą nad kwiatem kształt hełmu; trzy pręciki na długich nitkach są ukryte pod trzema barwnymi wewnętrznymi listkami słupka i tworzą jeden okólek; pręciki mają pylniki zwrócone nie ku wewnątrz kwiatu, jak to widzieliśmy u większości roślin, lecz ku listkom zewnętrznego okwiatu. Słupek jest trójkrotny, trójkomorowy, z zalaznią położoną poniżej okwiatu i licznymi, odwróconymi zalążkami na łożyskach brzeżnych; słupek



Rys. 224. Kwiaty kosaćca. *A* — kwiat z zewnątrz zmniejszony; *B* — kwiat po oderwaniu okwiatu; *C* — narys; na narysie krzyżykami oznaczony przypuszczalny okólek pręcikowia.

więc u kosaćca jest dolny; zalążnia słupka u góry przechodzi w szyjkę i słupek kończy się trzema barwnymi listkami, które razem z listkami okwiatu tworzą okazałą powabnię kwiatów u kosaćca; na każdym listku z dolnej strony znajdujemy drobną łuseczkę poprzeczną, zakrywającą znamię. Kwiaty kosaćca są więc czterookółkowe, trójkrotne, ze słupkiem dolnym, o wzorze $P_{3+8} A_3 \overline{G_{(8)}}$; narys podajemy na rys. 224 *C*.

Zapylenie. Kwiaty kosaćca są owadopylne, zapylane przede wszystkim przez trzmiele; owady siadają na szczoteczce włosków

na listku zewnętrznego okwiatu i wnikają w gardziel, utworzoną przez te listki i zwieszane nad niemi listki znamienia z pręcikami u spodu; takich gardzieli, jak widzimy, każdy kwiat kosaćca posiada trzy; trzmielie wnikają do gardzieli, w której u nasady szyjki znajduje się ukryta słodycz, ocierają się o pylniki, które jak widzieliśmy są zwrócone ku zewnątrz kwiatu; pyłek, wydostający się przez szpary podłużne pada więc na grzbiet trzmiela. Wtedy jednak łusieczka na listku znamieniowym szczelnie przystaje do znamienia, gdyż słupek jest jeszcze niedojrzały; kwiaty kosaćca bowiem są przedprątne; wskutek tego trzmiel z pyłkiem na grzbiecie już tego samego kwiatu nie zapyli; nawet jeżeliby pręciki dojrzały razem ze słupkami, to i tak trzmiel, wycofując się z kwiatów z pyłkiem na grzbiecie, przycisnąłby od wewnątrz łusieczkę i pyłek padłby nie na znamię a na łusieczkę u dołu; jeżeli jednak owad przeleci na kwiat, w którym słupki są dojrzałe, to wtedy zahaczy o łusieczkę i przeniesie pyłek na znamię.

Jeżeli sobie przypomnimy kwiaty tulipana (str. 132) i porównamy jego wzór systematyczny ($P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)}$) oraz narys (rys. 146), ze wzorem i narysem kosaćca to widzimy, że kwiaty obu roślin różnią się tem, że u kosaćca mają tylko jeden okólek pręcików, nadległy do owocolistków, oraz dolny słupek; tę nadległość pręcików tłumaczymy sobie podobnie jak u pierwiosnka tem, że jeden z okółków pręcikowia, mianowicie okólek wewnętrzny, normalnie u kosaćca nie rozwija się; znamy bowiem wypadki kwiatów kosaćca pięciookółkowe, zupełnie podobne do kwiatów tulipana.

.

Podobne kwiaty do kosaćca ogrodowego mają dziko u nas rosnące: kosaciec syberyjski (*Iris sibirica*) i kosaciec żółty (*Iris pseudoacorus*), szafrany (*Crocus*), mieczyki (*Gladiolus*) i inne; tworzą one stosunkowo nieliczną w gatunki rodzinę kosaćcowatych.

Rodzina kosaćcowatych (*Iridaceae*) obejmuje rośliny zielne, wieloletnie z kłęczami (kosaciec), bulwami (szafran) lub cebulkami. Kwiaty są obupłciowe, barwne, duże, przeważnie promieniste (u mieczyka grzbieciste), trójkrotne, cztero- lub pięciookółkowe o wzorze: $P_{3+3} A_3 G_{(3)}$; pręciki mają pylniki zwrócone ku zewnątrz kwiatu i są nadległe do owocolistków; słupek jest dolny, trójkolorowy z licznymi odwróconymi zalążkami. Kwiaty są zapyłane przez owady i są przeważnie przedprątne. Owocem jest torebka. Należą do tej rodziny rośliny hodowane jako ozdobne, jak mieczyk lub kosaciec, lub uprawne jak szafran.

Rodziny kosaćcowatych i liljowatych zaliczamy do rzędu liljowych (*Liliiflorae*), który charakteryzują kwiaty barwne, owadopylne, trójkrotne, pięciookółkowe lub czterookółkowe o podwójnym, jednobarwnym okwiecie i słupku dolnym lub górnym.

27. Rodzina: Trawy (*Gramineae*).

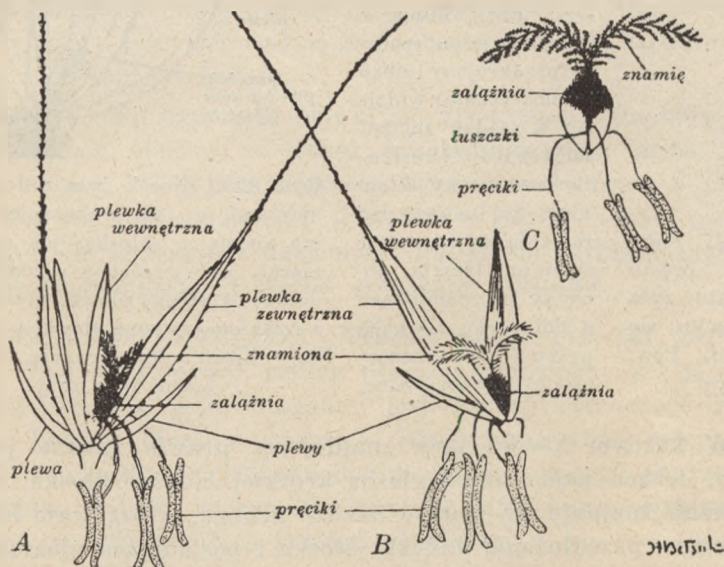
a) ŻYTO (*Secale cereale*, rys. 225 A, 226—230). Żyto jest rośliną jednoroczną lub dwuletnią, pospolicie u nas od wieków uprawianą. Tworzy ona źdźbło, którego budowa i rozwój są zupełnie podobne do poznanego przez nas źdźbła pszenicy (patrz str. 33); każde źdźbło jest zakończone dużym kwiatostanem — kłosem.



Rys. 225. Kwiatostany traw: A—kłos złożony żyta; B—wiecha rozpięchła owsa; C—wiecha ścięsniona brzanki; D—wiecha nieco ścięsniona tomki wonnej. Zmniejszone od $\frac{3}{4}$ do połowy.

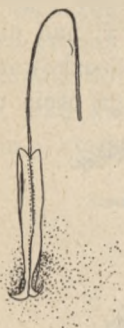
Kłos (rys. 225 A). Kłos żyta składa się ze spłaszczonej łodygi pędu głównego, na której z dwóch stron, jako pędy boczne, wyrastają pojedyncze liczne kłoski; kłoski te są płaskie i płaską stroną zwrócone i przylegają ku łodydze; kłosek częściowo pokrywa każdy następny ku górze i sam jest również pokryty (prócz kłoska pierwszego) częściowo kłoskiem poprzednim.

Kłoski i kwiaty (rys. 226). Każdy kłosek posiada u podstawy dwa listki błoniaste, łódeczkowate, t. zw. plewy; nad plewami znajdują się z obu stron kłoska większe, również łódeczkowate, wydłużone listki łuskowate, na grzbiecie szorstkie, z długą ością na



Rys. 226. Kłosek żyta: A — cały kłosek; B — pojedynczy kwiat z plewą, wyrwany z kłoska; C — kwiat po oderwaniu plew i plewek. Powiększone.

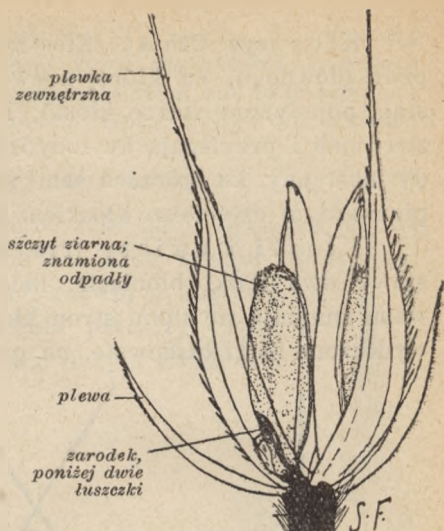
szczytce; naprzeciw nich, ku wewnątrz kłoska, znajdują się łuski węższe bez ości; te łuski nazywamy plewkami, przyczem wyróżniamy plewki zewnętrzne z ością i plewki wewnętrzne; między plewkami znajdują się ukryte trzy pręciki i jeden słupek; słupek jest jasny, o beczułkowatej zalążni, z dwoma dużymi, piórkowatymi znamionami; przy zalążni znajdują się jeszcze dwa przezroczyste, delikatne listki łuskowate, t. zw. łuszczyki. Plewki ze słupkiem, pręcikami i łuszczykami tworzą kwiat żyta. W zalążni słupka znajduje się tylko jedna komora z jednym zalążkiem, wyrastającym z boku zalążni i zwróconym okienkiem ku dołowi (rys. 228).



Rys. 227. Pojedynczy pręcik z kwiatu żyta z sypiącym się pyłkiem. Pow. 4 razy.

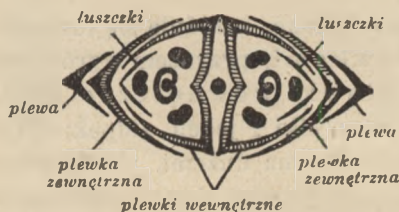


Rys. 228. Słupek z kwiatu żyta poprzecznie przekrojony (nieco schematycznie); widziemy w środku zalążni zalążek o dwóch osłonkach, zwrócony okienkiem ku dołowi; nad zalążnią szyjka i część znamion (reszta obcięta); na znamionach u dołu trzy ziarenka pyłku (czarno zaznaczone). Powiększone.



Rys. 229. Kłosek żyta z dojrzałymi ziarnami, w celu wykazania położenia ziarna w kłosku; jak widzimy, ziarno jest zwrócone zarodkiem ku dołowi w stronę plewki zewnętrznej, a rowkiem w stronę plewki wewnętrznej. Nieco schematycznie. Powiększone trzy razy.

W każdym kłosku żyta znajdujemy prawie zawsze po dwa kwiaty, leżące naprzemianlegle na krótkiej łodyżce kłoska; między kwiatkami znajduje się jeszcze bardzo drobna, włoskowata łodyżka, stanowiąca przedłużenie łodyżki kłoska i posiadająca niekiedy niedorozwinięty trzeci kwiat kłoska; narys całego kłoska podajemy na rys. 230. Kwiaty żyta wyrastają więc jako pędy boczne na kłosku,



Rys. 230. Schemat kłoska żyta; widzimy dwa kwiaty z trzema pręcikami i jednym słupkiem; w środku między kwiatami czarnym kółkiem zaznaczona łodyżka kłoska.

kłoski zaś wyrastają również jako pędy boczne na całym kłosie; kwiatostan więc żyta jest kłosem złożonym.

Zapylanie. Kwiaty żyta są, jak widzimy, zupełnie pozbawione barwnego okwiatu; są one wiatropylne; w okresie kwitnienia żyta, które ma miejsce przeważnie w czerwcowy wczesny ranek, łuszczyki

dolnych kłosek odchylają się od słupka i rozsuwają plewy; to rozchylenie się przesuwa się powoli od dołu ku górze kłosa; nitki pręcikowe rosną nadzwyczaj szybko, tak że po kilku minutach pylniki wysuwają się nazewnątrz z rozchylonych plewek i, zwieszając się, pękają u szczytu, zwróconego ku dołowi; pylniki na szczycie odginają się od siebie i w każdym z nich wytwarza się rodzaj łyżeczki, w którą wysypuje się obficie pyłek; pyłek ten zostaje wydmuchiwany wiatrem (rys. 227); nad łanem zbóż unoszą się wtedy tumany pyłku, które łatwo padają na piórkowate, wysunięte nazewnątrz znamiona słupka; w tych warunkach również bardzo łatwo o samozapylenie; zapłodnienie jednak pyłkiem z tych samych kwiatów u żyta nie następuje — żyto jest rośliną samopłodną, t. j. nie zapładnia się pyłkiem tego samego kwiatu.

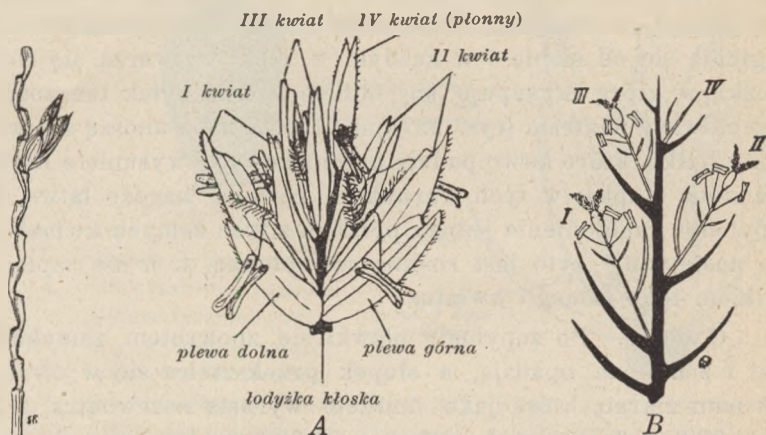
Owoce. Po zapyleniu plewki się zpowrotem zamykają, pręciki i znamiona opadają, a słupek przekształca się w owoc, znane już nam ziarno, które jako dojrzałe wyrasta nazewnątrz z plewek (rys. 229); jak już widzieliśmy (str. 30), w ziarnie sucha owocnia jest całkowicie zrośnięta z nasieniem. Po zżęciu żdźbła żyta z kłosami zostają wyłuszczone i ziarna wyłuskane z kłosów.

b) PSZENICA ZWYCZAJNA (*Triticum vulgare*, rys. 231, 232 i 21, 22, 23). Budowę i rozwój pędów pszenicy poznaliśmy już w części pierwszej (str. 32). Żdźbło pszenicy jest również zakończone dużym kłosem. Łodyga kłosa u pszenicy jest zygzakowato powyginana (rys. 231) i kolejno z jednej i drugiej strony łodygi poprzecznie powyginana, tworząc rodzaj schodków; w miejscach powyginanych wyrastają na łodyżce kłosa pojedyncze kłoski.

Kłoski. Kłoski pszenicy są również spłaszczone, posiadają z zewnątrz dwie plewy i cztery do sześciu kwiatków. Plewy są wklęsłe, łódeczkowate, zakończone dziobkiem. Kwiat składa się również z dwóch plewek, owłosionych łuszczyk, z trzech pręcików i jednego słupka o dwóch piórkowatych znamionach; plewka zewnętrzna jest łódkowata i ma na szczycie dziobek, plewka wewnętrzna jest na szczycie wycięta. Nie wszystkie jednak kwiatki w kłosku pszenicy wykształcają się normalnie; tylko dwa lub trzy dolne posiadają pręciki i słupek; górne są odsunięte na łodyżkach kłosa i są niedorozwinięte, płonne pozbawione pręcików i słupka i oczywiście nie wytwarzają owoców.

Zapylenie. Pszenica jest rośliną wiatropylną i opyla się podobnie jak żyto, z tą różnicą, że słupek w kwiecie pszenicy

zapyłony pyłkiem z tego samego kwiatu wydaje owoc; przy nie-sprzyjającej pogodzie kwiaty pszenicy nawet się nie rozchylają i za-pylenie następuje wewnątrz kwiatu. Owocem jest również ziarno.



Rys. 231. Część łodygi kłosa pszenicy z oderwanymi kłoskami — pozostał tylko jeden kłosek. Zmniejszone do $\frac{3}{4}$.

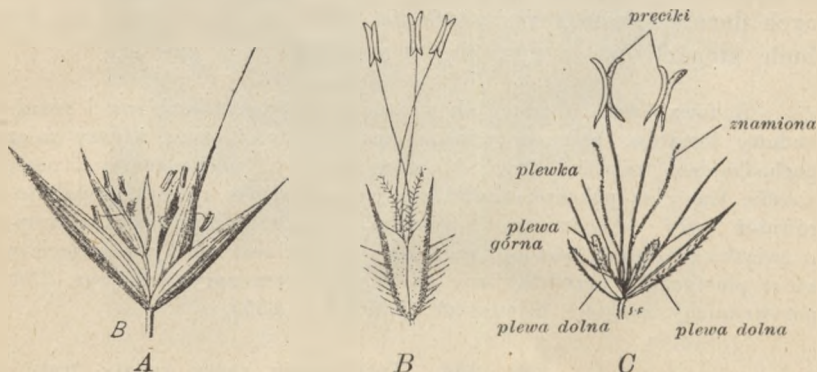
Rys. 232. Kłosek pszenicy—*A* i jego schemat—*B*. W *A* widzimy plewy, łodyżkę kłosa (zaznaczona czarno) i cztery kwiaty; w każdym kwiecie u dołu plewka zewnętrzna, powyżej plewka wewnętrzna; z plewek wysuwają się pręciki i znamiona słupka; w *B*—oznaczono: pionowo czarno zarysowana łodyżka, dwie czarne kreski u dołu plewy, następnie plewki; w kącie plewek kwiaty (oś kwiatów schematycznie wydłużona), odpowiadające kwiatom kłosa *A*. W kwiatach na schemacie widać u dołu plewkę wewnętrzną, wyżej dwie łuszczyki, nad nimi trzy pręciki i na szczycie słupek o dwóch znamionach. Powiększone.

Pszenica zwyczajna, podobnie jak żyto, jest u nas uprawiana od wieków; występuje w kilku formach, różniących się od siebie przedewszystkiem budową plew; prócz tego jeszcze dawniej uprawiano lub dziś rzadziej uprawia się inne gatunki pszenic, jak np. pszenica polska (*Triticum polonicum*), albo pszenica orkisz (*Triticum spelta*); występuje u nas jeszcze kilka gatunków pszenic dziko rosnących; najpospolitszym jest perz (*Triticum repens*); tworzy on duże podziemne kłącza, rozrastające się wśród zbóż, w których jest uprzykrzonym chwastem.

e) OWIES ZWYCZAJNY (*Avena sativa*, rys. 225 *B*, 233 *A*). Owies zwyczajny jest rośliną jednoroczną, pospolicie u nas uprawianą. Żdźbło również kończy się kwiatostanem, złożonym z licznych kłosek; kłoski te siedzą pojedynczo i luźno na stosunkowo długich łodyżkach bocznych; tego rodzaju kwiatostan nazywamy wiechą; gałązki boczne wyrastają po kilka z jednego miejsca na łodydze,

wznoszą się ukośnie ku górze i kończą zwieszającym się ku dołowi kłoskiem; węzłów na łodydze, z których wyrastają gałązki boczne, jest kilka i są dość znacznie odsunięte od siebie; łodyga główna również kończy się kłoskiem.

Kłoski i kwiaty (rys. 233 A). Każdy kłosek owsa składa się również z dwóch plew, które są nierówne, oraz z dwóch naprzemianległych kwiatków; kwiatki te są odsunięte od siebie krótkim międzywęzłem łodyżki kłoska. Na szczycie kłoska tkwi trzeci niedorozwinięty, płonny, wystający nazewnątrz kłoska kwiat, zawierający tylko pustą plewkę. Na stronie grzbietowej plewki zewnętrznej tylko kwiatu dolnego wytwarza się ośc stercząca ponad kłoskiem; wewnątrz kwiatu znajdują się również dwie łuszczyki, trzy pręciki



Rys. 233. A—kłosek dwukwiatowy owsa; B—kłosek jednokwiatowy brzanki; widać tylko dwie plewy, znamiona i trzy pręciki; C—kłosek jednokwiatowy tomki wonnej; (patrz rys. 225). Wszystkie rysunki powiększone 3, 4 razy.

i jeden owłosiony słupek z dwoma piórkowatymi znamionami. Zapylenie odbywa się podobnie jak u żyta i owocem jest ziarno, przy czem plewki bardzo silnie przylegają u owsa do ziarna, tak że nie oddalają się z łatwością.

d) BRZANKA PASTEWNA (*Phleum pratense*, rys. 225 C i 233 B). Brzanka pastewna jest trawą wieloletnią, pospolitą u nas na łąkach. Tworzy ona żdźbła wzniesione, do jednego metra wysokie, zakończone długim, równowąskim, walcowatym kwiatostanem. Liczne podłużne kłoski siedzą bardzo gęsto obok siebie, na bardzo krótkich łodyżkach bocznych, tworząc bardzo ścieszoną kłosokształtną wiechę. Każdy kłosek posiada również dwie plewy, poprzecznie u góry ścięte z ościami i rzadkimi odstającymi włoskami na grzbiecie, oraz przeważnie tylko jeden kwiat; kwiat składa się również z dwóch plewek, dwóch łuszczyk, trzech pręcików i jednego słupka; zapyła się wiatrem, jako owoc wytwarza ziarno.

e) TOMKA WONNA (*Anthoxanthum odoratum*, rys. 225D i 233 C). Tomka wonna jest jedną z najpospolitszych traw, występujących na suchych łąkach i w widnych lasach; wyróżnia się z pośród innych traw tem, że roz-tarta wydaje silny zapach siana. Jest to bylina, tworząca kępki, z których wyrastają źdźbła do pół metra wysokie. Żdźbło jej jest zakończone podłużną, nieco ścieśnioną wiechą żółtawo-zieloną. Kłoski są osadzone na krótkich łodyżkach i posiadają tylko jeden kwiatek; kwiatki tonkie wyróżniają się od innych naszych traw tem, że posiadają tylko dwa przęciiki i cztery plewy, z których dwie dolne są nierówne, a dwie górne mniejsze ościste.

Poznane przez nas rośliny: żyto, pszenica, owies, brzanka i tomka posiadają podobnie zbudowane pędy i kwiaty. Zaliczamy je do rodziny traw; do rodziny tej należy szereg roślin, tworzących darnie łąkowe, rosnących na wydmach, w lasach, na przydrożach, stepach (patrz rys. 90), w wodach.

Budowa kwiatów traw, jak widzimy, jest dosyć osobiwa i różni się od budowy kwiatów, które dotychczas omawialiśmy. Uczeni, którzy zajmują się pochodzeniem kwiatów traw, tłumaczą nam to pochodzenie w następujący sposób: trawy są pokrewne owadopylnym liljowatym i prawdopodobnie kiedyś również były roślinami owadopylnymi, a później stały się wiatropylnymi; w związku ze zmianą owadopylności na wiatropylność zaszły w kwiecie zmiany, które plastycznie przedstawiamy na teoretycznym narysie na rys. 234 i jego porównaniu z narysem liljowatych (patrz rys. 135).



Rys. 234. Teoretyczny narys kwiatu traw; czarno oznaczone części istniejące, jaśniej — części przypuszczalne, które dziś w kwiatach traw naogół nie występują; u góry duże czarne kółko oznacza łodyżkę kłoska, u samego zaś dołu plewka zewnętrzna, w której kącie powstał kwiat (plewka zewnętrzna odpowiadałaby więc przysadce); następnie znajduje się okólek zewnętrzny okwiatu, w którym dwa listki zrosły się w plewkę wewnętrzną (zaznaczoną czarno pod kółkiem), a trzeci listek (nad przysadką) nie rozwinął się; następuje okólek wewnętrzny okwiatu, z którego jeden listek (pod plewką wewnętrzną) nie rozwinął się, a dwa (zaznaczone czarno) pozostały jako łuszczyki; z dwóch okółków przęciików rozwija się tylko zewnętrzny (zaznaczony czarno); zmianom również uległ słupek — jest jednokomorowy, jednozależkowy. (W tem tłumaczeniu, przeglądając budowę kwiatów traw, zaliczyliśmy do nich i przysadkę).

Rodzina traw (*Gramineae*) obejmuje bardzo liczne gatunki roślin u nas zielnych jednorocznych lub wieloletnich, tworzących bardzo charakterystyczny pęd w postaci t. zw. źdźbła; źdźbło składa się z łodygi wewnątrz wydrążonej (prócz trzciny cukrowej i ku-

kurydzy) z pełnemi kolankami oraz z liśćmi ustawionemi naprzemianlegle; liście naszych traw są niepodzielone, wydłużone, z długimi odkrytymi pochwami i języczkiem w miejscu przejścia pochwy w blaszkę liściową (patrz rys. 30 str. 39). Złzbla naszych traw rozgałęziają się tylko u dołu, tworząc u wielu gatunków charakterystyczne kępki darniowe. Liczne, przeważnie drobne, bezbarwne, u większości gatunków obupłciowe kwiaty tworzą kłoski, osadzone na szczycie złzbla w postaci kłosa lub wiechy. U większości gatunków każdy kłosek posiada u dołu dwie plewy i jeden lub więcej kwiatów; każdy kwiat wyrasta w kącie plewki zewnętrznej, odpowiadającej przysadce, i u większości gatunków składa się z plewki wewnętrz-



Rys. 235. Bambusy w ogrodzie botanicznym Pera-denya na Cejlonie.

Fot. prof. P. Kotowski.

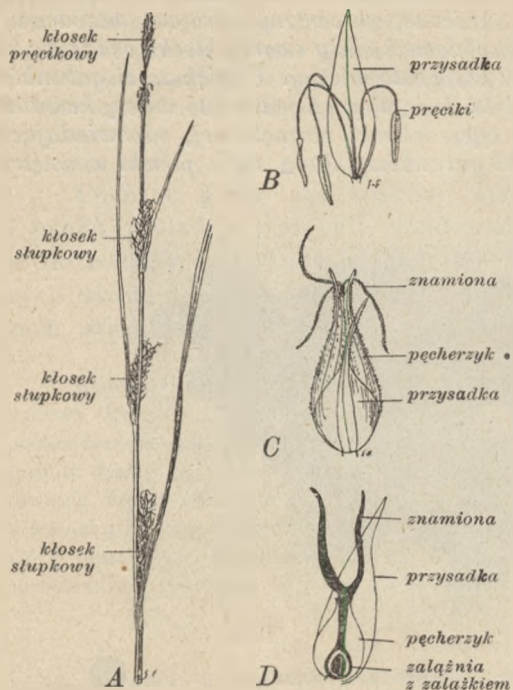
nej, dwóch łuszczyk, trzech pręcików i jednego jednozalążkowego, zrosniętego z zalążkiem, górnego słupka. Kwiaty są wiatropylne, rosną przeważnie gromadnie i wytwarzają pyłek masowo. Owocem jest ziarno. Do rodziny tej należą liczne gatunki roślin, występujące na całej kuli ziemskiej, przeważnie we florze stepów i łąk; dzięki obfitemu mączastemu bielmu w ziarnach należą też najważniejsze rośliny uprawne, jak żyto, jęczmień, pszenica, owies, ryż, pochodzący z tropikalnej Azji, kukurydza z tropikalnej Ameryki, proso i inne. W obszarach tropikalnych i niektórych pozatropikalnych rodzina ta jest reprezentowana przez rośliny drzewiaste, t. zw. bambusy (rys. 235).

Rodzina traw jest jedyną rodziną, należącą do rzędu plewowych (Glumiflorae).

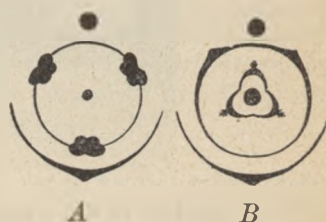
28. Rodzina: Turzycowate (*Cyperaceae*).

TURZYCA OWŁOSIONA (*Carex hirta*, rys. 236 i 237). Turzyca owłosiona występuje u nas pospolicie na polach, łąkach, w widnych lasach. Two-

rzy ona długie, pełzające rozłogi, z których wyrastają pędy wzniesione do 40 cm; lodyga turzyc jest trójkanciasta; po tej trójkanciastej lodydze możemy doskonale odróżnić turzycę od traw, trawy bowiem mają lodygę walcową; liście na pędach turzyc są ustawione w trzech prostnicach; liście te posiadają zrosnięte pochwy oraz wydłużone, równowąskie, ostre blaszki liściowe. U góry pędu wyrasta kilka kwiatostanów-kłosek, a również i sam pęd jest zakończony kwiatostanem (kłoskiem).



Rys. 236. Kwiatostany i kwiaty turzycy: *A* — pęd z kłoskami przętkowymi i słupkowymi; *B* — kwiat przętkowy; *C* — kwiat słupkowy; *D* — kwiat słupkowy w przekroju podłużnym. *A* — zmniejszone do połowy; *B*, *C* i *D* — powiększone kilka razy.



Rys. 237. Narys kwiatów turzycy: *A* — kwiatu przętkowego; *B* — kwiatu słupkowego; w kwiecie słupkowym kółko zamknięte tworzy pęcherzyk; wewnątrz słupek.

Kwiaty. Kwiaty turzycy owłosionej są jednopłciowe, bezokrywe, drobne, przyczem na jednym i tym samym pędzie spotykamy kwiaty słupkowe i przętkowe; turzyca owłosiona jest więc rośliną jednopienną; kwiaty turzycy tworzą niewielkie kwiatostany-kłосki; takich kłосków na jednym pędzie jest przeważnie cztery do pięciu, przyczem najczęściej w kłосkach dolnych wytwarzają się tylko kwiaty słupkowe, natomiast kłосki górne i kłосek szczytowy są przętkowe.

Kłосek przętkowy składa się z licznych drobnych przysadek, w których kąciki wyrastają kwiaty, składające się tylko z trzech przęcików. Kłосki słupkowe również składają się z licznych przysadek oraz pojedynczych słupków; słupki są otoczone zewnątrz zielonym, owłosionym podkwiatkiem, t. zw. pęcherzykiem; pęche-

rzyk jest u góry zwężony i kończy się dwoma ząbkami. Słupek posiada u dołu trójkanciastą zalążnię, dość długą szyjkę, okrytą pęcherzykiem, tak że nazewnątrz wychylają się tylko trzy znamiona; słupek jest trójkrotny, jednokomorowy z jednym zalążkiem; zalążek jest odwrócony i wyrasta z dna zalążni. Wzór więc kwiatu przecikowego turzycy owłosionej jest: A_3 , kwiatu słupkowego: $G_{(8)}$; narys kwiatu przecikowego i słupkowego podajemy na rys. 237. Turzycy są wiatropylne; owocem jest jednonasieny orzeszek; nasiona posiadają bielmo.

U nas występuje około 90-ciu gatunków turzyc, różniących się budową kłosek (są turzycy o kłoskach obupłciowych i jednoplciowych), pędów, przysadek, pęcherzyków i innych. Podobnie jak trawy, turzycy obficie się rozgałęziają u spodu pędów, tworząc gęste kłacza; w ten sposób również turzycy wytwarzają darnie łakowe w miejscach mokrych; pędy turzyc odróżniają się jeszcze tem, że zawierają znaczne ilości krzemionki; zamierające i rozkładające się pędy i korzenie turzyc zabagniają glebę i wzbogacają znacznie w sole mineralne; gleba więc ma odczyn kwaśny; skutkiem tego łąki, porośnięte turzycami, nazywamy łąkami kwaśnymi, podczas gdy łąki, porośnięte trawami, nazywamy łąkami słodkimi. Łąki kwaśne nie są zdadne na paszę. Niektóre gatunki turzyc rosną na wydmach, a rozrastając się kłaczami, przyczyniają się do utrwalenia wydm.

Podobne mniej więcej kwiaty do turzyc mają rośliny: pospolicie w wodach występujące sitowie (*Scirpus*), cibory (*Cyperus*), rosnące na mokrych łąkach i torfowiskach welnianki (*Eriophorum*) i inne; zaliczamy je do rodziny turzycowatych.

Rodzina turzycowatych (*Cyperaceae*) obejmuje gatunki roślin zielnych o lodygach u turzyc trójkanciastych i liściach równowskich z pochwami zrosniętymi. Drobne kwiatki są obupłciowe (sitowie) lub jednoplciowe (u większości gatunków turzyc), u większości gatunków trójkrotne i zebrane przeważnie w kłosy lub wiechy; kwiaty są albo nagie (turzycy), albo mają okwiat szczecinkowaty (sitowie); przecików jest trzy; słupek jeden, górny, u większości gatunków trójkrotny, jednokomorowy, z jednym odwróconym zalążkiem, przyczepionym do dna zalążni; kwiaty są wiatropylne. Jako owoc wytwarza się jednonasieny orzeszek; nasiona są z bielmem, wypełnionem skrobią.

Do rodziny tej należy kilka tysięcy gatunków, rosnących przeważnie na mokradłach na całej kuli ziemskiej; sięgają one zarówno do obszarów arktycznych, podbiegunowych, jak i w krainy alpejskie, górskie. Z rdzenia lodygi cibory — *Cyperus papyrus*, występującej głównie w tropikalnej Afryce, starożytni wyrabiali papier.

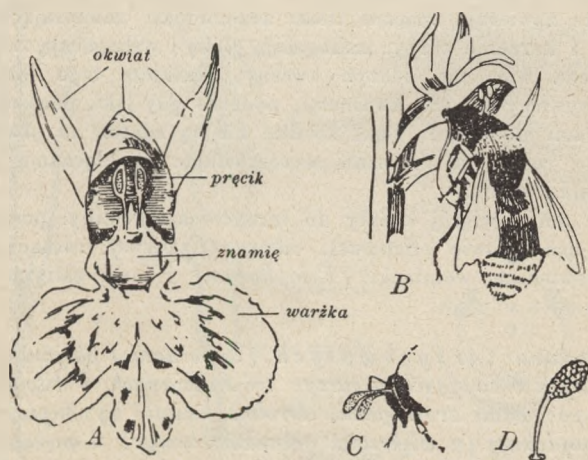
Rodzina turzycowatych jest jedyną rodziną, należącą do rzędu ciborowych (*Cyperales*).

29. Rodzina: Storczykowate (*Orchidaceae*).

STORCZYK SZEROKOLISTNY (*Orchis latifolius*, rys. 89 str. 85 i 235). Storczyk szerokolistny jest byliną, pospolicie rosnącą na

naszych łąkach. Wytwarza on bulwy podziemne, opisane na str. 85, z których corocznie wyrastają pędy nadziemne, posiadające kilka niepodzielonych, pochwistych, dużych liści; pęd jest zakończony licznymi kwiatami, wyrastającymi z łodygi pędu głównego w kącie liści — przysadek i tworzący duży kwiatostan — kłos.

Kwiaty. Kwiaty storczyka są duże, barwne, obupłciowe, grzbieciste; okwiat składa się z sześciu listków purpurowych, z których u góry dwa odchylają się na boki, a trzy stulają się, tworząc rodzaj hełmu; szósty listek okwiatu jest zwrócony ku dołowi i ma kształt dużej, trójdzielnej, różowej lub purpurowej wargi, zwężającej



Rys. 238. Kwiaty i zapylenie storczyka: *A* — kwiat z zewnątrz powiększony; *B* — kwiat odwiedzany przez trzmiela; *C* — główka owada z pyłkomasami; *D* — pojedyncza pyłkomasa.

się u spodu w zakrzywioną ostrogę; listek ten, różniący się od listków zwróconych ku górze, przeważnie jednakowych, nazywamy warżką. Badania kwiatów w pąku wykazują, że listki, tworzące okwiat, u storczyka występują w dwóch okółkach; dwa listki, odchylające się u góry, i jeden zewnętrzny nad hełmem tworzą okwiat zewnętrzny; natomiast dwa pozostałe listki hełmu i listek kształtu wargi, czyli warżka, tworzą okwiat wewnętrzny. W pąkach kwiatów storczyka również widzimy, że warżka z ostrogą są zwrócone ku górze, przed rozwinięciem zaś kwiatu załącznia kwiatu skręca się, tak że w rozwiniętym kwiecie warżka z ostrogą są zwrócone ku dołowi. Pod okwiatem znajduje się wydłużona, skręcona załącznia

dolnego słupka; ma ona kształt rozszerzonej szypułki kwiatowej; po przekrojeniu poprzecznie widzimy, że zalążnia u storczyka jest trójkrotna, jednokomorowa, z licznymi, bardzo drobnymi zalążkami na brzeżnych łodyżkach. Znamię słupka leży tuż nad otworem ostrogi; jest ono lepkie, białe, tarczowate; ponad znamieniem znajdują się dwa podługne pylniki tylko jednego pręcika; pręcik ten jest zrosnięty z szyjką słupka i razem tworzą t. zw. prętosłup, zw. inaczej szyjkonitką. Pylniki są ze sobą zrosnięte łącznikiem, stanowiącym zakończenie szyjkonitki. Wzór więc kwiatu storczyka jest $P_{3+3}[A_1 G_{(3)}]$; ujęcie w klamry w tym wzorze oznacza zrosnięcie się pręcików ze słupkiem.

Zapylenie. Kwiaty storczyka są owadopylne, zapylane głównie przez pszczoły i trzmiele. Jako powabnia służy barwa kwiatów, zebranych w kwiatostany. Zapyłające storczyk owady siadają na warżce i sięgają do ostrogi kwiatu; na ściankach tej ostrogi wydzielą się słodycz; jednocześnie owad głową naciska pylniki, które pękają podłużnie; pyłek u storczyków jest zlepiony w rodzaj maczużek z trzoneczkiem u dołu i tworzy t. zw. pyłkomasy; u spodu tego trzoneczka znajdują się lepkie przyczepki, przy pomocy których maczużki przyczepiają się do głowy owadu. Kwiat storczyka jest tak urządzony, że owad, sięgając do ostrogi, zawsze musi zaczepić o pyłkomasy. Początkowo pyłkomasy sterczą sztywno wzniesione na głowie owadu, później trzoneczek więdnie i pyłkomasy opadają ku przodowi, tak że jeżeli owad przefrunie na inny kwiat i będzie sięgał do głębi ostrogi, to wtedy pyłkomasy dotkną się lepkiego znamienia i zostawią na niem pyłek. W ten sposób odbywa się krzyżowe zapylenie u storczyków ¹⁾.

Owoce. Po zapyleniu i zapłodnieniu okwiat odpada, zalążnia rozkręca się i tworzy się owoc-torebka o owocni suchej, pękającej podłużnie sześcioma szparami. Z owoców sypią się liczne drobne nasionka, unoszone wiatrem. Nasiona storczyków są jeszcze z tego względu ciekawe, że wytwarza się w nich tkanka, niewyróżnicowana na łodygę, liście i korzenie.

Podobnie zbudowane kwiaty do storczyka szerokolistnego mają liczne gatunki innych storczyków oraz liczne rośliny zielne wieloletnie, jak obuwik (*Cypripedium Calceolus*), podkolany (*Platanthera*),

¹⁾ Bardzo ciekawy opis zapylenia u obuwika (*Cypripedium*) znajdują czytelnicy w książce Szafera — „Życie kwiatów” str. 95.

kruszczyki (*Epipactis*) i wiele innych; tworzą one dużą rodzinę storczykowatych.

Ciekawą budowę kwiatów storczyka da się, podobnie jak kwiaty trawy, wyprowadzić z kwiatów liljowatych przez przyjęcie, że pięć pręcików zaginęło, oraz przez zmianę, wywołaną grzbiecistą budową kwiatów i skruceniem się zalążni.

Rodzina storczykowatych (*Orchidaceae*) obejmuje kilkanaście tysięcy gatunków roślin zielnych o najrozmaitszej budowie i sposobie życia. Kwiaty są przeważnie duże, u niektórych gatunków bardzo oryginalne, obupłciowe, grzbieciste, zebrane przeważnie w kwiatostany groniaste, o wzorze u wielu gatunków $P_{3+3} [A_1 G_{(3)}]$. Okwiat jest barwny, przyczem jeden z listków tworzy t. zw. warżkę z wydłużoną lub rozdętą ostrogą; listek ten przez skrucenie się zalążni zwieszony jest stale ku dołowi; pręcik u większości gatunków jest jeden, dwupylnikowy z jedną komorą w każdym pylniku; pyłek zlepiony jest w pyłkomasy; słupek jest dolny, trójkrotny, przeważnie skrucony, jednokomorowy, z licznymi, drobnymi zalążkami; pręcik i słupek zrastają się razem w t. zw. prętosłup albo szyjkonitkę. Kwiaty zapylane są przez owady, a niektóre gatunki podzwrotnikowe przez ptaki. Największa ilość gatunków rośnie jako porośla o najrozmaitszych, niekiedy fantastycznych kwiatach w obszarach tropikalnych; pewna ilość gatunków, jak np. uprawiana wanilia (*Vanilla planifolia*, pochodzi z Meksyku), są pnąciami; są również liczne gatunki suchoroślowe; do storczyków również należy przedstawiony na rys. 123 gatunek *Taeniophyllum*, wytwarzający w korzeniach ciała zieleni i przyswajający. U nas występuje kilkadziesiąt gatunków storczyków leśnych, lądowych lub skalnych, tworzących u jednych gatunków bulwy korzeniowe podziemne, u innych kłącza; należą również i pasorzyty, jak żłobik, gnieźnik; liczne gatunki tropikalne storczyków są hodowane w cieplarniach.

Storczykowate tworzą jedyną rodzinę rzędu prętosłupkowych (*Gynandreae*).

30. Rodzina: Palmy (*Palmae*).

PALMA DAKTYLOWA (*Phoenix dactylifera*, rys. 131). Palma daktylowa jest okazałą rośliną, rosnącą w północnej Afryce, południowo-zachodniej Azji i południowej Europie nad brzegami morza Śródziemnego. Tworzy ona dużą, smukłą, nie rozgałęziającą się, do 20 metrów wysoką kłodzinę, z koroną olbrzymich pierzastych liści (opis kłodziny u palmy podaliśmy na str. 120).

Kwiatostany. W okresie kwitnienia palm u spodu korony liściowej wyrastają duże, zwieszające się kwiatostany; przed rozwinięciem się kwiatostany te są zawsze ukryte w dużych, zdrewniałych, brunatnych pochwach. W czasie zakwitania pochwy te rozchylają się z jednej strony i wychylają się z nich

duże kwiatostany, bogato rozgałęzione i dźwigające liczne (do kilku tysięcy) kwiaty. Palma daktylowa jest, podobnie jak nasza wierzba, rośliną dwupienną.

Kwiaty palmy daktylowej są drobne, niepozorne. Kwiaty pręcikowe są otwarte, trójkrotne, czteroosłkowe, o wzorze $P_{3+3} A_{3+3}$; listki okwiatu zewnętrznego są bardzo drobne, listki okwiatu wewnętrznego są o wiele większe; pręciki są na krótkich nitkach; w środku kwiatu znajduje się niedorozwinięty słupek. Kwiaty słupkowe są kuliste, otwarte, trójosłkowe, trójkrotne, o wzorze $P_{3+3} G_{(3)}$; prócz tego w kwiatach słupkowych palmy znajdują się zanikłe pręciki w postaci drobnych prątniczek; słupowie składa się z trzech zrosniętych owocolistków i jest trójkomorowe z jednym zalążkiem w każdej komorze.

Zapylanie. Palma daktylowa ma kwiaty wiatropylne; kwiatostany pręcikowe po wydaniu pyłku schną i odpadają, a w kwiatach słupkowych wytwarza się owoc-jagoda o mięsistej owocni i jednym twardym nasieniu w środku; owoc ten jest jadalny i powszechnie zwany daktylem. Palma daktylowa jest od wieków hodowana dla smacznych owoców i stanowi, zwłaszcza w Afryce północnej, znaczny przedmiot wywozu. Główną uwagę w hodowli zwraca się na osobniki z kwiatami słupkowymi, wydającymi owoce. Ponieważ pyłek z jednej palmy o kwiatach pręcikowych może zapylić znaczną ilość palm o kwiatach słupkowych, więc zwykle hodowcy starają się o przewagę palm z kwiatami słupkowymi, a okazy pręcikowe utrzymują w ilości nielicznej. W czasie kwitnienia hodowca rozcina dojrzałe kolby kwiatostanowe kwiatów pręcikowych, rozdiera kwiatostany na gałązki i oddzielne gałązki umieszcza wśród kwiatów słupkowych palm; w ten sposób przy nieznacznej ilości okazów palm o kwiatach pręcikowych wszystkie kwiaty słupkowe mogą być zapylone i wydać owoce. Ten sposób zapylania palm stosowano już w starożytnym Babilonie; znali go również starożytni Grecy.

Palma daktylowa należy do bardzo licznej rodziny palm (Palmae), mających u większości gatunków podobnie zbudowaną kłodzinę, olbrzymie podzielone liście i podobnie zbudowane kwiaty; są również znane palmy, wytwarzające krótką, stożkową kłodzinę i liście długoosłkowe o szerokiej blaszce liściowej; wśród palm są i pnącza, jak np. Calamus (rys. 133, str. 122). Palmy różną głównie w obszarach podzwrotnikowych i nadają krajobrazowi tych obszarów wybitne piętno. Palmy mają niezwykle różnorodne zastosowanie użytkowe; dostarczają bowiem warzyw, napojów, cukru, wosku, tkanin, budulca i wiele, wiele innych.

Foznane przez nas rodziny liljowatych (str. 142), kosaćcowatych, traw, turzyc, storczykowatych i palm wytwarzają w zarodku tylko jeden liścień (patrz str. 31), mają odrębnie zbudowane łodygi (patrz str. 70) oraz kwiaty przeważnie trójkrotne o jednobarwnym okwiecie; łączymy je w klasę jednoliściennych (Monocotyledones).

1. Historia zagadnienia systematyki roślin.

a) SYSTEMATYKA ROŚLIN W WIEKACH XVI, XVII I W PIERWSZEJ POŁOWIE XVIII. Ułożenie poznanych i opisanych roślin w pewnym porządku, czyli jak to mówimy w systemie roślinnym, zostało wywołane przedewszystkiem względami praktycznemi. Jeszcze w wieku XVI w dziełach opisujących rośliny, czyli t. zw. zielnikach, rośliny były ułożone bez żadnego porządku, co najwyżej umieszczano obok siebie drzewa, krzewy lub zioła; wyodrębniano również rośliny użytkowe. Przy opisach roślin brano początkowo pod uwagę przedewszystkiem ich właściwości lecznicze. Wyprawy w wiekach XVI i następnych do krain egzotycznych przywożą do Europy nowe rośliny, które były między innemi sadzone w powstających wtedy ogrodach botanicznych; prócz tego znajomość roślin coraz bardziej się pogłębiała, opisy stawały się coraz dokładniejsze, wykazujące pewne cechy wspólne niektórych roślin, dzięki czemu można było rośliny podobne umieszczać obok siebie. Jedne więc z pierwszych zostały wyróżnione takie, rzucające się wprost w oczy i wyraziste rodziny, jak baldaszkowate, motylkowate, wargowe, trawy i inne. Uczeni wieków XVII i pierwszej połowy XVIII w swych dziełach botanicznych opisywali poznane rośliny i poszukiwali sposobów podziału opisywanych roślin; wyróżniano już nie tylko nowe rodziny, jak palmy, storczyki, złożone, ale całe grupy, jak rośliny bezpłatkowe, wolnopłatkowe i zrosłopłatkowe.

b) SYSTEM SZTUCZNY LINNEUSZA. Dopiero jednak znakomitemu przyrodnikowi szwedzkiemu, Linneuszowi, żyjącemu w wieku XVIII (Linneusz urodził się w 1707, umarł w 1778 roku), udało się opracować zupełnie konsekwentnie przeprowadzony system państwa roślinnego. Za punkt wyjścia Linneusz wziął kwiaty jednopłciowe i obupłciowe, a poza tem ilość pręcików, pręciki dwusilne, zrost pręcików ze sobą i ze słupkami. W systemie Linneusza wszystkie rośliny kwiatowe zostały podzielone na 23 klasy w ten sposób, że pierwszym 12-stu klasom odpowiadała ilość pręcików (t. j. I klasę tworzą rośliny o kwiatach z jednym pręcikiem, II — z dwoma, III — z trzema i t. d., a XII — z więcej, niż 20 pręcików); następne klasy obejmowały kwiaty o nierównych pręcikach, o pręcikach zrosłych nitkami, o pręcikach zrosłych pylnikami, o pręcikach zrosłych ze słupkiem, rośliny jednopłciowe i inne;

rośliny bezkwiatowe, jak paprocie, mechy, grzyby i glony, tworzyły jedną — XXIV klasę.

System Linneusza był bardzo przejrzysty i prosty; dzięki niemu łatwo było znaleźć i określić rośliny; to też system ten cieszył się wprost niezwykle wzięciem. Prócz tego Linneusz ostatecznie sprecyzował i utrwalił nazwy roślin, wprowadzając do każdej rośliny podwójną nazwę gatunkową i rodzajową (patrz str. 8); tak np. nazwa rodzajowa dla kaczynca jest (*altha*, a nazwa gatunkowa *Caltha palustris*.

System Linneusza miał jednak tę ujemną stronę, że niekiedy rośliny do siebie podobne, dziś zaliczane do jednej rodziny, były umieszczone w oddzielnych klasach; tak np. szalwja (str. 202) należała do klasy II (ma dwa pręciki), a jasnota (str. 200) do klasy XIV (ma cztery pręciki dwusilne), tomka wonna (str. 226) do II klasy, a pozostałe trawy do III klasy. System Linneusza nie uwzględniał innych cech podobieństwa roślin; mówimy o nim, że jest systemem sztucznym.

e) SYSTEMY NATURALNE. Sztucznemu podziałowi Linneusza przeciwstawiły się próby podziału państwa roślinnego, opartego na pokrewieństwie, w ten sposób, że rośliny, mające wiele cech jednakowych, lecz różniące się tylko jakimiś drobnymi cechami, umieszczano obok siebie; tego rodzaju system nosi nazwę systemu naturalnego. Pierwszy taki podział, czyli system naturalny, zawdzięczamy Francuzom: Bernardowi (1669—1777) i jego bratan-kowi, Antoniemu Wawrzyńcowi de Jussieu (1788—1836); podzielili oni rośliny na bezliścienne (paprotniki, mechy, grzyby, glony), jedno i dwuliścienne, a dwuliścienne dzielili na bezpłatkowe, jednopłatkowe (tak nazywali rośliny o kwiatach zrosłopłatkowych) i wielopłatkowe. Uczeń botanicy, zwłaszcza w XIX stuleciu, stale pogłębiają system naturalny, opisują nowe rodziny, wprowadzają nowe podziały, np. wyodrębniają rośliny o kwiatach ze słupkiem dolnym i rośliny o kwiatach ze słupkiem górnym, rośliny nago i okrytonasienne; poznawano również życie i rozwój roślin niższych oraz podobieństwa, jakie istnieją między roślinami niższymi i wyższymi.

Jednocześnie jednak wielki rozwój nauk biologicznych oraz odkrycia nauki, zwanej paleontologją, która się zajmuje istotami dziś nieżyjącymi, pozostawiającymi po sobie ślady w skamielinach poprzednich epok dziejów ziemi, wykazały, że państwo roślinne

kształtowało się w ciągu epok geologicznych, że np. rośliny kwiatowe powstały w epoce t. zw. średniowiecznej (mezozoicum). Opisywanie nowych roślin, już teraz kopalnych, pogłębia jeszcze nasze wiadomości i rzuca nowe światło na pokrewieństwa roślin. Jednocześnie zaś wyłaniają się takie zagadnienia, jak: czy rośliny kwiatowe powstały w jednym miejscu kuli ziemskiej i później opanowały lądy kuli ziemskiej, czy też rośliny kwiatowe powstały w kilku miejscach niezależnie od siebie; jakie były te pierwotne rośliny, czy były one np. wiatropylne, czy owadopylne? Że rośliny kwiatowe w ciągu swego rozwoju mogą ulegać i niewątpliwie ulegają zmianom i wytwarzają się nowe rodziny, to już widzieliśmy na przykładzie traw (patrz str. 226) i storczyków. Uczeni współcześni nie są zgodni przy rozwiązywaniu poruszonych zagadnień: jedni np. uważają za najprostsze rośliny wiatropylne drzewa kotkowe o drobnych, niepozornych, jednopłciowych kwiatach; inni natomiast twierdzą, że pierwotne rośliny kwiatowe były owadopylne, obupłciowe, pokrewne do dzisiejszych jaskrowatych o słupkach jednokrotnych i listkach ułożonych skrętolegle. Odpowiednio więc do tych poglądów, uczeni botanicy, zajmujący się systematyką roślin, rośliny kwiatowe kuli ziemskiej układają w ten lub inny sposób.

d) SYSTEM WETTSTEINA. Jednym z bardziej obecnie wziętych systemów jest system wiedeńskiego botanika, prof. Wettsteina; podług jego systemu, zostały ułożone również rośliny w dziele botaników polskich: Szafera, Kulczyńskiego i Pawłowskiego „Rośliny polskie” oraz w dziele jeszcze nieukończonem pod tytułem „Flora polska”.

2. Rośliny poznane przez nas, ułożone podług systemu Wettsteina.

Gdybyśmy więc chcieli rośliny przez nas poznane ułożyć podług tego systemu, to musielibyśmy rodziny lub rzędy uszeregować w następujący sposób:

A. Rodziny lub rzędy klasy dwuliściennych:

I. Rodziny o kwiatach jednopłciowych z okwiatem pojedynczym nikłym lub bez okwiatu. Kwiaty są przeważnie zapylane przez wiatr, jedynie u wierzb są owadopylne. Należą rodziny:

brzozowate (str. 142 — 146);

bukowate (str. 158);

wierzbowate (str. 160);

pokrzywowate (str. 178).

II. Rodziny, które w najprostszych formach posiadają pojedynczy okwiat, jak u komosowatych, u roślin bardziej złożonych (goździkowate) mają okwiat wyróżnicowany na kielich i koronę; rodziny te stanowią przejście od rodzin poprzednich do następnych wolnopłatkowych o okwiecie dwuokółkowym; należą tu rodziny o kwiatach wiatropylnych lub owadopylnych:

rdestowate (str. 177);
 komosowate (str. 179);
 goździkowate (str. 181).

III. Rodziny o roślinach przeważnie owadopylnych, o okwiecie barwnym lub wyróżnicowanym na zielony kielich i barwną koronę; korona jest stale wolnopłatkowa.

III a: rodziny o kwiatach ze słupkiem przeważnie górnym:

jaskrowate (str. 150) z pręcikami i słupkami o wzorze $A_n G_n$, ustawionemi skrętolegle i słupkach jednokrotnych;

makowate (str. 164) i krzyżowe (str. 161) o kwiatach z okwiatem $K_{2+2} C_{2+2}$, o pręcikach licznych lub również A_{2+2} i słupku przeważnie dwukrotnym;

fiolkowate (str. 184) o kwiatach wzoru $K_5 C_5 A_5 G_{(3)}$, załazni jednokomorowej z łożyskiem ściennym;

różowate (str. 166) o kwiatach z okwiatem wzoru $K_5 C_5$, licznych pręcikach, ustawionych w okółkach, licznych lub jednym, jednokrotnych słupkach i rozrośniętym dnie kwiatowem;

motylkowate (str. 172) o kwiatach grzbiecistych, koronie wyróżnicowanej na żagielek, skrzydełka i łódeczkę, o dziesięciu pręcikach i jednym jednokrotnym, jednokomorowym słupku o łożysku brzeżnem; słupek przekształca się w owoc strąk;

ślazowate (rys. 187) i lipowate (rys. 189) z kwiatami o okwiecie $K_5 C_5$, licznych pręcikach, wywołanych rozczepieniem się pięciu lub dziesięciu oraz o słupku wielokrotnym;

bodziszkowate (str. 192) o kwiatach o wzorze $K_5 C_5 A_{5+5} G_{(5)}$.

III b: rodziny o kwiatach ze słupkiem dolnym:

wiesiołkowate (str. 193) o kwiatach o wzorze $K_4 C_4 A_{4+4} G_{(4)}$;

baldaszkowate (str. 195) o kwiatach czterookółkowych, pięciokrotnych wzoru $K_5 C_5 A_5 G_{(2)}$.

IV. Rodziny z roślinami o kwiatach zrosłopłatkowych:

wrzosowate (str. 198) o kwiatach pięciookółkowych ze słupkiem górnym lub dolnym;

pierwiosnkowate (str. 155) o kwiatach czterookółkowych, wskutek zaniku jednego okółka pręcikowia;

rodziny o kwiatach czterookółkowych ze słupkiem dwukrotnym górnym:

szorstkolistne (str. 203);

wargowe (str. 200);

trędownikowate (str. 205);

psiankowate (str. 207);

rodziny o kwiatach czterookółkowych ze słupkiem dolnym:

dzwonkowate (str. 209);

złożone (str. 211).

B. Rodziny klasy jednoliściennych:

liljowate (str. 142) o kwiatach owadopylnych, promienistych typu wzoru $P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)}$;

kosaćcowate (str. 217) o kwiatach czterookółkowych, owadopylnych ze słupkiem dolnym, wzoru $P_{3+3} A_3 G_{(3)}$

trawy (str. 220) i turzyce (str. 228), powstałe z liljowatych z zanikłym okwiatem, wiatropylnie;

sterczykowate (str. 229) o kwiatach grzbiecistych, owadopylnych, ze zredukowanym pręcikowiem i słupkiem dolnym;

palmy (str. 232) — rośliny, tworzące charakterystyczne pędy drzewiaste w postaci kłodziny o kwiatach wiatropylnych, rozdzielno-
płciowych.

Ćwiczenie. Ułożyć przejrzane zasuszone lub przerysowane rośliny w podanym systemie i przypomnieć sobie cechę każdej rodziny. W razie jeżeli mamy zebrane więcej gatunków roślin, to ułożyć je podług klucza: „Rośliny polskie”.

ROZSIEWANIE OWOCÓW I NASION. ROZMIESZCZENIE ROŚLIN NA KULI ZIEMSKIEJ.

I. Rozsiewanie owoców lub nasion.

Owoce lub nasiona po dojrzeniu, aby mogły wykiełkować, muszą być rozsiane. Niektóre gatunki roślin wytwarzają tak znaczne ilości owoców lub nasion, że aby nasiona te wykiełkowały i normalnie się rozwinęły, wymagałoby to znacznych przestrzeni. To też wśród wielu gatunków roślin widzimy dążenie do opanowania wszystkich możliwych miejsc i rozsiania roślin na znaczniejsze odległości; w tem dążeniu rośliny jednak są znacznie ograniczane. Obliczono np., że gdyby wszystkie nasiona rośliny u nas pospolitej, rosnącej na rumowiskach i przychaciach, zwanej lulkiem (*Hyoscyamus niger*, należy do rodziny psiankowatych) po rozsianiu normalnie wykiełkowały i normalnie się rozwinęły, to po pięciu latach wyparłyby wszystkie inne rośliny i ogarnęłyby całą kulę ziemską. A tymczasem, jeżeli będziemy przez lata obserwować jakieś miejsce, gdzie rośnie lulek, to się okaże, że o ile warunki w danem miejscu nie zmieniają się, to ilość jego naogół nie wielkim ulega zmianom. Olbrzymia więc ilość nasion nie tylko lulka, ale i wielu, wielu innych roślin, wydających masowo nasiona, ginie. Ginią te nasiona z najrozmaitszych powodów; bardzo znaczna ilość nasion naszych roślin nie wykiełkuje, albo wykiełkuje i nie rozwinie się dalej z powodu braku miejsca; weźmy np. taką darń łąkową (patrz str. 85), składającą się przeważnie z roślin zielnych trwałych; na taką darń pada corocznie olbrzymia ilość nasion i owoców, lecz rozwinać się może tylko bardzo nieznaczna ich ilość. Z drugiej strony wiemy, że kiełkujące nasiona mają najrozmaitsze wymagania, zwłaszcza co do ciepła i wilgotności. Jeżeli więc nasiona, kiełkujące przy wyższej temperaturze, zostaną przeniesione w miejsca chłodniejsze, albo nasiona, kiełkujące przy większej ilości wilgoci, upadną w miejsce suche, to oczywiście nie wykiełkują i giną.

Nasiona mogą być przenoszone przez wiatr, zwierzęta lub prądy wodne na znaczne nieraz przestrzenie; to dążenie do opanowania dużych obszarów jest jednak ograniczone przez czynniki hamujące, jak: oceany, góry, stepy, lasy, których nasiona lub owoce nie mogą przebyć; również i czynniki klimatyczne nie pozwalają na normalny rozwój gatunków roślinnych, nie przystosowanych do klimatu, na które padną ich nasiona; wiemy już (patrz str. 36), że przeważna ilość gatunków roślin obszarów ciepłych nie może się rozwijać w gra-

nicach temperatur u nas panujących. Mimo więc tego dążenia i mimo rozmaitych środków, służących do rozsiewania nasion, normalnie rozwija się tylko bardzo znikoma ich ilość.

II. Sposoby rozsiewania się nasion i owoców ¹⁾.

Przypatrzmy się więc bliżej sposobom rozsiewania się roślin.

a) WIAȚR. Liczne owoce lub nasiona rozsiewają się przy pomocy wiatru. Nasiona te lub owoce są przede wszystkim bardzo lekkie, a następnie posiadają puszyste włoski lub skrzydełka, ułatwiające ich rozsiewanie; włoski takie poznaliśmy na nasionach wierzby (patrz str. 160) i wierzbówki (patrz str. 194), lub na owocach mniszka (patrz str. 214), natomiast skrzydełka widzieliśmy na owocach brzozy (patrz str. 145). U lipy (patrz str. 190) rolę skrzydełek odgrywają przykwiatki, przy których pomocy kwiatostany mogą być przenoszone z miejsca na miejsce. Nasiona znów niektórych roślin, jak np. storczyków, są tak drobne, że słabe nawet podmuchy wiatru roznoszą je na wszystkie strony; są np. znane nasiona storczyków, ważące tysięczne części miligrama. Wiatry mogą przenosić nie tylko nasiona, ale i całe zeschnięte rośliny; tak np. słynna róża jerychońska, drobna roślina, należąca do rodziny krzyżowych, rosnąca w pustyniach północnej Afryki i południowo-wschodniej Azji, po wydaniu owocu zyscha się, tworzy kulistą postać i w tej postaci może być przenoszona wichrami dość daleko; jeżeli trafi na miejsce wilgotne, to owoce pękają i nasiona kiełkują. Również pędy niektórych roślin stepowych pozostają z owocami na zimę zeschnięte i po gładkim, pozbawionym zarośli śniegu wiatrem niesione jako t. zw. „perekotypola” na znaczniejsze odległości. Jak daleko może sięgać wpływ wiatru, dowodzi fakt, że piasek i sól z Sahary znajdowano w Europie w Alpach.

b) ZWIERZĘTA. Innym sposobem rozsiewania nasion jest przenoszenie ich przez zwierzęta.

Owoce suche — lekkie. Pewna ilość roślin wytwarza owoce suche ze specjalnymi haczykami, zadziorkami i innymi; owoce te, jak np. owoce marchwi (patrz str. 196) lub pospolitego u nas łopianu (*Arcium*, należy do rodziny złożonych), czepiają się skóry lub sierści zwierząt i w ten sposób są przenoszone i rozsiewane.

¹⁾ Jako lektura do tego rozdziału mogą służyć rozdziały, dotyczące się roślin z doskonale napisanego dziełka B. Dyakowskiego: „Wędrowki zwierząt i roślin” (Wydanie trzecie, 1925 r.).

Owoce suche ciężkie. Ciężkie owoce niektórych naszych drzew, jak np. orzechy laskowe, żołędzie dębu i inne, są rozsiewane przez rozmaite zwierzęta leśne, jak np. przez wiewiórki, a także przez ptaki, jak np. sówki, które gromadzą je na zimę, przenoszą w inne miejsca i, gubiąc je po drodze, rozsiewają.

Owoce mięsiste. Również przez zwierzęta, głównie ptaki, są roznoszone pojedyncze owoce lub owoce wielokrotne mięsiste, jak np. poznane przez nas owoce wielokrotne poziomki (patrz str. 166), maliny (patrz str. 170), pestkowce czereśni (patrz str. 168) lub jagody borówki (patrz str. 198). Mięsista owocnia tych owoców w stanie dojrzałym zawiera w soku komórkowym cukry i jest zjadana zwłaszcza przez ptaki; tego rodzaju owoce posiadają przeważnie gatunki roślin drzewiastych i zielnych, rosnących w lasach jako piętro niższe (patrz str. 118); owoce te zwracają zdaleka uwagę zwierząt swą przeważnie jaskrawą — białą, czerwoną lub czarną barwą; niektóre z owoców, jak np. owoce berberysu (*Berberis vulgaris*), pozostają na gałązce zimą, a wtedy na tle bieli śnieżnej jeszcze silniej się uwydatnia ich barwa. Owoce mięsiste jednych roślin są przenoszone w ten sposób, że ptaki rozdziobują ich owocnie i rozsiewają nasiona; owoce np. jemioły, pospolitego u nas półpasorzyta (patrz str. 128), są lepkie i przyklejają się do dzioba ptakom; ptaki dziobem uderzają o gałęzie drzewa, aby je odlepić, i w ten sposób przenoszą owoce jemioły na inne drzewa. Owoce mięsiste natomiast innych gatunków roślin są całkowicie zjadane przez ptaki i zostają wydzielane z kałem, przyczem dzięki twardej skorupie, otaczającej nasienie, sok żołądkowy im nie szkodzi; ptaki, które w szybkim czasie przelatują znaczne przestrzenie, mogą przenosić owoce na bardzo znaczne odległości, nawet przez oceany.

Nasiona rozsiewane przez mrówki. Nasiona lub owoce znów drobne niektórych gatunków roślin zielnych, rosnących na dnie lasu, jak np. zawilec gajowy (patrz str. 152), lub na rumowiskach, są przenoszone i rozsiewane przez mrówki; nasiona np. glistewnika (patrz str. 165) posiadają soczyste wyrostki, służące mrówkom za pożywienie; nasiona te skutkiem tego są gromadzone przez mrówki i rozsiewane.

c) WODA. U większości roślin, rosnących w wodzie albo nad brzegami wód, fale i prądy wodne skutecznie przyczyniają się do rozsiewania nasion. Nasiona takie lub owoce nie zatoną, gdyż są lekkie; posiadają również okrywy, uniemożliwiające wdzieranie się wody do wnętrza. Np. twarde owoce palmy kokosowej, t. zw.

orzechy kokosowe, całymi miesiącami mogą pływać po falach morskich i odbywać bardzo dalekie podróże; owoce te były znajdowane nawet nad brzegami mórz w Europie północnej. Prądy morskie mogą przynosić nie tylko owoce lub nasiona, ale i całe drzewa niekiedy razem ze zwierzętami. Podobnie rzeki przenoszą owoce lub nasiona z jednej okolicy w drugą; u nas Wisła rozsiewa na Niżu polskim rośliny, spotykane tylko w Karpatach; tak np. olsza szara (*Alnus incana*) rośnie w Karpatach w reglu dolnym i rozsiała się po mokrych łąkach i lasach nad brzegami Wisły i jej dopływami.

d) OWOCE PĘKAJĄCE. Owoce niektórych gatunków roślin, jak np. bodziszka (patrz str. 191) i iglicy (patrz str. 192), posiadają specjalnego rodzaju urządzenia, przeznaczone do rozrzucania nasion; owoce często występującego u nas w cienistych lasach niecierpka (*Impatiens noli me tangere*) są tak zbudowane, że za dotknięciem pękają, skręcają się gwałtownie i wtedy ze stosunkowo znaczną siłą wyrzucają nasiona na pewną odległość.

3. Rozmieszczenie roślin na kuli ziemskiej.

a) CZYNNIKI KLIMATYCZNE. Mówiliśmy już o tem, że możność rozsiewania się owoców lub nasion a przede wszystkim możliwość ich rozwoju jest ograniczona; w rozmaitych bowiem obszarach kuli ziemskiej panują najrozmaitsze warunki klimatyczne, odpowiadające wymaganiom życiowym tylko pewnych gatunków roślin; inne warunki panują np. w obszarach naszych leśnych (patrz str. 116), a inne w obszarach tropikalnych (patrz str. 119); owoce palmy kokosowej, przeniesione falami morskimi z obszarów tropikalnych na brzegi mórz północnych, nie rozwiną się, gdyż warunki tam panujące nie odpowiadają ich wymaganiom. W ten sposób na najrozmaitszych obszarach kuli ziemskiej rozwinęła się roślinność różnorodna, odpowiadająca warunkom, w tych obszarach panującym; skonstatowaliśmy to już, poznając roślinność naszą leśną (patrz str. 116), tropikalną (patrz str. 119), roślinność obszarów podbiegunowych (patrz str. 123), oraz gór wysokich (patrz str. 124).

b) CZYNNIKI HISTORYCZNE. Opierając się jedynie na czynnikach klimatycznych, niezawsze możemy wytłumaczyć sobie, dlaczego w szacie roślinnej danego obszaru występują tylko pewne rośliny; musimy sobie również odpowiedzieć na pytanie, skąd się te rośliny tam wzięły. Tak np. z geologii wiadomo, że północna i środkowa Europa przechodziła okres, w którym ziemie ich były pokryte grubą pokrywą lodowcową i dopiero po usunięciu tej pokrywy lodowcowej obszary te mogły być opanowane przez roślinność. To też przy badaniu

roślinności jakiegoś obszaru musimy brać pod uwagę historję i te przekształcenia, jakimi podlegała roślinność danej miejscowości; dopiero dokładne poznanie wymienionych czynników da nam zupełne zrozumienie szaty roślinnej danej miejscowości.

c) ZASIĄG ROŚLINNY. Rozpatrując dokładniej miejsca występowania pojedynczych gatunków roślin, widzimy, że każdy gatunek rośnie na określonym obszarze kuli ziemskiej; obszar ten nazywamy zasięgiem roślinnym. Są rośliny, których obszar zamieszkania, a więc zasięg, obejmuje prawie wszystkie obszary całej kuli ziemskiej; są to t. zw. rośliny kosmopolityczne; do nich należy np. poznany przez nas tasznik (patrz str. 163); z drugiej zaś strony znamy rośliny, których zasięg obejmuje określony niekiedy bardzo mały obszar; np. bardzo ciekawa i dziwna roślina, zwana *Welwitschia mirabilis*, należąca do gromady nagonasiennych; rośnie tylko w pustyni południowej Afryki; piękne drzewo nagonasienne miłorząb japoński (*Ginkgo biloba*) występuje dziko tylko w górach Chin środkowych, jako zaś roślina hodowana, często rośnie w ogrodach; rośliny te, przeważnie pozostałe po dawnych florach, noszą nazwę w geografii roślin endemizmów. Pomiędzy roślinami kosmopolitycznymi a endemizmami jest cały szereg przejść, gdyż każdy gatunek roślin ma swój określony zasięg. Tak np. nasz buk (patrz str. 117) rośnie tylko w całej zachodniej i południowej Europie; brak go zupełnie w Europie wschodniej; granica jego zasięgu przechodzi nawet przez Polskę; spotykamy go bowiem w okolicach Krakowa, Kielc, Kalisza, Włocławka, a nie spotykamy go pod Warszawą i we wschodniej części Polski.

4. Rys dziejów roślinności i pochodzenie szaty roślinnej Polski ¹⁾.

Dzieje ziemi pouczają nas, że warunki życiowe na kuli ziemskiej ulegały i ulegają nieustannym zmianom; również i szata roślinna ulegała przeobrażeniom; liczne gatunki roślin epok ubiegłych przeważnie powymierały i znamy je tylko dzięki temu, że zachowały się lub utrwały swe ślady w skamielinach; tylko nieliczne żyjące gatunki, jak np. wyżej wymienione: miłorząb i *Welwitschia*, są pozostałościami z dawnych epok, czyli t. zw. relikdami; natomiast wytwarzały się nowe gatunki roślin, które opanowują kulę ziemską.

Ze skamieniałych organów dawnej roślinności, spotykanych

¹⁾ Jako lektura do tego rozdziału może służyć książka Jerzego Lilpopa „Roślinność Polski w epokach minionych”. (Lwów. 1929 r.).

w skałach minionych epok, odtwarzamy dawną florę; nad odtwarzaniem tem pracują liczni uczeni; dzięki ich pracy znamy nietylko formy, ale i sposób życia roślinności dawnych epok; wiemy więc, że w okresie t. zw. węgla kamiennego roślinność ta składała się z gatunków pokrewnych dzisiejszym paprociom drzewiastym, widłakom, skrzypom; rośliny te wyrastały w drzewa do kilkudziesięciu metrów wysokie; tworzyły one znaczne skupienia, które zostały pokryte skałami i w nich utrwalone na wieki; z nich powstały bogate pokłady węgla kamiennego, które u nas mamy na Śląsku i w Zagłębiu. W późniejszych epokach, w t. zw. przez geologów erze mezozoicznej, rozwinęły się rośliny nagonasienne, a wreszcie jeszcze później powstały rośliny okrytonasienne o barwnych, wonnych kwiatach; dzisiejsze więc rośliny kwiatowe są ostatnimi w dziejach przeobrażania się świata roślinnego.

Przełomowym momentem w rozmieszczeniu dzisiejszej szaty roślinnej Europy środkowej i północnej, a tem samem i ziem polskich, był okres lodowcowy; kilkakrotnie nasuwające się z północy lodowce pokryły martwym całunem nasze ziemie aż po linje Kraków — Lwów i zniszczyły lub wyparły na południe starą roślinność przedlodowcową. Tylko tam, gdzie lodowiec nie sięgnął, a więc na Podolu, w południowej części Wołynia i w niektórych miejscach Karpat mogła się zachować dawna roślinność przedlodowcowa. Zresztą lodowce kilka razy nasuwały się i cofały, a z nimi nasuwała się i cofała roślinność t. zw. międzylodowcowa. Z badań, przeprowadzonych nad resztkami roślinności na granicy lodowca pod Krakowem i nad Bugiem, wiemy, że roślinność ta przypominała roślinność dzisiejszej tundry północnej, składającej się z karłowatych brzóz i wierzb, z kęp turzyc, mchów i porostów; wśród roślinności tej znaleziono i gatunki, rosnące po dziś dzień w Tatrach. W miarę cofania się lodowców gatunki północne wycofały się na północ i jednocześnie wycofywały się w góry; na całej zaś przestrzeni między daleką północą i Tatrami wyginęły, jak np. dębik, albo tu i owdzie pozostały, jak np. brzoza polarna (*Betula nana*); w ten sposób tłumaczymy sobie zjawisko występowania jednych i tych samych gatunków na dalekiej północy i na wysokich wzniesieniach górskich, np. w Tatrach (patrz str. 126). W późniejszych czasach szata roślinna ziem naszych stale się przeobraża; są dane, które wskazują, że po tundrze północny niż polski i Podkarpacie pokrywały lasy modrzewiowe, których zabytki po dziś dzień dotrwały w górach Świętokrzyskich, później zaś z południa wkroczyły

rośliny stepowe, po dziś dzień rozsiane po słonecznych pagórkach kraju. Kiedy znów klimat zmienił się z suchego na wilgotny, rośliny stepowe zpowrotem zostały zepchnięte na południowy wschód przez drzewa, tak że w czasach przedhistorycznych niż polski opanovała puszcza, o której już pisaliśmy na stronie 117. Południowo-wschodnie obszary utrzymał w swym posiadaniu wonny, barwny step (patrz str. 86).

W szacie roślinnej jednak zachodzą nieustannie zmiany, polegające na zmianach zasiągów poszczególnych gatunków roślinnych; jedne gatunki, jak np. u nas buk i jodła (patrz str. 117), obejmowały niegdyś znaczniejsze przestrzenie na wschodzie w porównaniu z przestrzeniami, które dziś zajmują; zmieniając swe zasięgi, pozostają tu i owdzie i tworzą t. zw. wyspy; taką wyspą jest t. zw. „wyspa jodłowa” w puszczy Białowieskiej; inne natomiast gatunki roślin posiadają zdolność rozszerzania swego obszaru zamieszkania, swego zasięgu; owoce lub nasiona tych roślin, niesione wiatrem na falach mór, bądź za pośrednictwem zwierząt, przedostają się niejednokrotnie do krain bardzo odległych. Dzięki zdolności przystosowywania się do nowych warunków, przybysz taki zżywa się z krajem, czyli, jak powiadamy, aklimatyzuje się; są to początkowo obce składniki każdej flory, koloniści wśród roślin; przykładem takiego zjawiska jest pospolita dziś u nas moczarka kanadyjska (patrz str. 92), która przywędrowała do Europy z Ameryki około roku 1830 i dzisiaj w nowej ojczyźnie tak się usadowiła, że wypycha nawet tubylcze rośliny. Kaktusy, przeniesione ze Środkowej Ameryki, wpłynęły gdzieś niegdzie na zmianę krajobrazu roślinnego brzegów morza Śródziemnego.

Bardzo skutecznie do rozprzestrzenienia się wielu roślin przyczynia się człowiek. Przenosi z jednego kraju do drugiego rozmaite rośliny uprawne, a z nimi razem różne chwasty, które bardzo łatwo się aklimatyzują; do takich roślin, przyniesionych do nas ze zbożami, należą np. bławatki, kąkole i inne. Człowiek zmienił pierwotny nasz krajobraz roślinny: puszcę i step, na urodzajne pola i niwy i tylko tu i owdzie szata roślinna pozostała zachowana w swojej pierwotnej postaci, jak np. w górach Świętokrzyskich, w Karpatach i Tatrach, w puszczach Litwy i t. d. Szczątki te zostały zachowane w postaci „parków przyrody” lub rezerwatów w puszczy Białowieskiej, w Tatrach, w Pieninach, Karpatach wschodnich, Karpatach zachodnich, Łysogórach, Tucholi i innych. Prócz tego została roztoczona opieka nad pojedynczymi roślinami, jak np. szarotką

w Tatrach (patrz str. 125 rys. 136), mikołajkiem nadmorskim nad Bałtykiem, cisami, modrzewiami i innymi ginącymi roślinami¹⁾).

Cwiczenia. Ułożyć nasiona i owoce poznanych przez nas roślin na podstawie cech morfologicznych: owoce pękające: strąk u grochu, łuszczyzna u rzeżuchy, torebka u maku; owoce niepękające: ziarna u zbóż, niełupki u jaskra, mniszka, orzeszki u brzozy; owoce mięsiste: jagody u borówki, pestkowce u wiśni; owoce wielokrotne u poziomki, maliny, jaskra.

Zestawić poznane przez nas owoce i nasiona według sposobów rozsiewania i zapoznać się z temi sposobami.

Przejrzeć mapę roślinności polskiej Szafera w „Atlasie Polski Współczesnej” Romera (Lwów — Warszawa, 1924 r.) i zaznaczyć granice zasięgów najważniejszych drzew naszych, oraz scharakteryzować poszczególne krainy florystyczne, zdać sobie dokładnie sprawę, w jakiej krainie florystycznej uczący się mieszka.

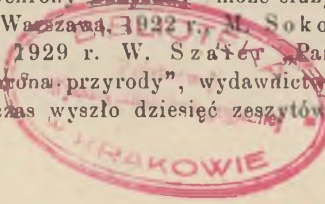
Zestawić i opisać w danej okolicy rośliny lub skupienia roślinne nadające się do ochrony.



Rys. 239. Bór sosnowy w parku przyrody puszczy Białowieskiej.

Fot. Łuniewski.

¹⁾ Jako lektura do „Ochrony Przyrody” może służyć: J. Kołodziejczyk: „Zabytki przyrody”. Warszawa, 1922 r. M. Sokołowski: „Chrońmy przyrodę ojczystą”. Kraków, 1929 r. W. Szafer: „Parki przyrody w Polsce”. Kraków, 1930 r. „Ochrona przyrody”, wydawnictwo „Państwowej Rady Ochrony Przyrody” (dotychczas wyszło dziesięć zeszytów).



S K O R O W I D Z.

UWAGA. Kursywa oznacza, że na danej stronie jest rysunek danego przedmiotu.

- | | | |
|--|--|---|
| <p>Abies — ob. jodła.</p> <p>Achillea — ob. krwawnik.</p> <p>Aesculus — ob. kasztanowiec.</p> <p>Aethusa — ob. blekot.</p> <p>Ajuga — ob. dąbrówka.</p> <p>Akacja: liść 45; pąki na korzeniach 62; ciernie 106, 176.</p> <p>Alectorolophus — ob. szelężnik.</p> <p>Aleuron 26, 31.</p> <p>Allium — ob. cebula.</p> <p>Alnus — ob. olsza.</p> <p>Alpejska roślinność 125.</p> <p>Ampelopsis — ob. winobluszcz.</p> <p>Amygdalus — ob. migdał.</p> <p>Anagallis — ob. kurzyśląd.</p> <p>Anchusa — ob. farbownik.</p> <p>Anemone — ob. zawilec.</p> <p>Anthemis — ob. rumian.</p> <p>Anthoxantum — ob. tomka.</p> <p>Anthyllis — ob. przelot.</p> <p>Arabis — ob. gęsiówka.</p> <p>Arctium — ob. łopian.</p> <p>Arktyczna roślinność 123, 124.</p> <p>Artemisia — ob. bylica.</p> <p>Asymilacja — ob. przyswajanie.</p> | <p>Aster 216.</p> <p>Atriplex — ob. łoboda.</p> <p>Atropa — ob. pokrzyk.</p> <p>Avena — ob. owies.</p> <p>Azot 20.</p> <p>Azotowe związki 20.</p> <p>Bagno 123, 124, 200.</p> <p>Baldach, schemat 149; 155.</p> <p>Baldachogrono 162.</p> <p>Balochokwiatowe 198.</p> <p>Baldach złożony: schemat 149; 196.</p> <p>Baldaszkowate 87, 195—198, 234, 237.</p> <p>Bambusy 227.</p> <p>Bawełniany krzew 188.</p> <p>Begonia: zwarcica 70.</p> <p>Bellis — ob. stokrotka.</p> <p>Berberis — ob. berberys.</p> <p>Berberys: ciernie liściowe 55, 105; owoce 241.</p> <p>Beta — ob. burak.</p> <p>Betula — ob. brzoza.</p> <p>Betulaceae — ob. brzozowate.</p> <p>Bez: komórki rdzenia 16, 18, 19; korek 112; 118.</p> <p>Bez lilak: anatomja liścia 46; pąki 16, 99, 100.</p> | <p>Bezazotowe związki 20.</p> <p>Bezbielmowe nasiona 32, 139.</p> <p>Bezogonkowe liście 39, 41.</p> <p>Bezplatkowe 198, 234.</p> <p>Białkowe ciała 22, 26, 31.</p> <p>Biedrzyeniec 197.</p> <p>Bielmo: budowa 31, 32; powstawanie 139.</p> <p>Bielmowe nasiona 32, 139.</p> <p>Blaszkaliściowa 4, 39; budowa zewnętrzna 39—40; budowa wewnętrzna 46—52.</p> <p>Blekot 197.</p> <p>Blizny: po odpadłych liściach u kapusty 11; łuskach na pędach roślin drzewiastych 101, 103, 104.</p> <p>Bluszcz 92.</p> <p>Bluszczyk: liść 41; 203.</p> <p>Błona komórkowa 13, 14, 15, 16, 17, 18, 54, 110, 111, 112.</p> <p>Boczne korzenie 3, 59, 62.</p> <p>Boczne pędy 5, 8, 37.</p> <p>Boczne rozgałęzienie; korzeni 59; pędu 37.</p> |
|--|--|---|

- Bodzisek: liść 42, 52;
kwiaty i owoce 191—
192; 242.
- Bodziskowate 191 —
193, 237.
- Boraginaceae—ob. szorst-
kolistne.
- Borówka 118, 120, 126;
kwiaty i owoce 198 —
200; 241.
- Bób 53, 178.
- Brassica — ob. kapusta.
- Bratki 186.
- Brodawnik 216.
- Brzanka: kwiaty 222,
225, 226.
- Brzeźne łożysko 151,
168, 174.
- Brzoza 59, 123; kwiaty
i owoce 145 — 146;
244; rozsiewanie na-
sion 240.
- Brzozowate 146, 149,
236.
- Buk: liść, budowa zew-
trzną 40, 43; budowa
anatomiczna 46, 52,
54, 55; 59, 74; kiel-
kowanie 100; pąki 99,
102; rozwój pąków
103, 104, 105, 107;
w naszych lasach, 117,
118; 119, 124; syste-
matyka 158, 159; za-
siąg 243, 245.
- Bukowate 158 — 159,
236.
- Bukowe 158 — 159.
- Bukowy las: parowanie
54; piętrowość 117.
- Bulwy korzeniowe: u stor-
czyków 85.
- Bulwy pędowe: u ziemnia-
ka 81, 82, 83, 86.
- Burak 24, 76; kwiaty
i owoce 180 — 181.
- Bylica 87, 216.
- Byliny 75.
- Calamus 121, 122, 233.
- Calluna — ob. wrzos.
- Caltha — ob. kaczyniec.
- Campanula — ob. dzwo-
nek.
- Campanulaceae — ob.
dzwonkowate.
- Capsella — ob. tasznik.
- Cardamine — ob. rzezu-
cha.
- Carduus — ob. osty.
- Carex — ob. turzycza.
- Carpinus — ob. grab.
- Carum — ob. kminek.
- Caryophyllaceae — ob.
goździkowate.
- Castanea — ob. kasztan.
- Cebula kuchenna: komór-
ki skórki 18; 35, 60,
77; budowa i rozwój
organów wegetaty-
wnych 83—84; 142.
- Cebulki 83, 84, 86.
- Cebulkowe rośliny 87,
88, 125.
- Centaurea — ob. chaber.
- Cereus 88.
- Cewki: w liściach 51;
w korzeniach 57, 61;
łodygach zielnych 68,
71, 72; w łodygach
zdrewniałych 110, 111,
112, 113, 115.
- Chaber 75, 87; kwiaty
i owoce 211, 212,
213, 216.
- Cheiranthus — ob. lak.
- Chelidonium — ob. gli-
stewnik.
- Chemiczny skład komór-
ki 19.
- Chenopodiaceae — ob.
komosowate.
- Chenopodium — ob. ko-
mosa.
- Chlor 19.
- Chmiel 91, 121.
- Chromatyna 15.
- Chromozomy 15.
- Chrysanthemum — ob.
złocienie.
- Ciałka zieleni 14, 20,
46, 48, 50.
- Cibora 229.
- Ciborowe 229.
- Cicuta — ob. szalej.
- Ciepła wpływ: na wzrost
pędów 35, 36; na roz-
mieszczenie roślin wy-
sokogórskich 124.
- Ciernie liściowe 55, 89,
105, 106.
- Ciernie pędowe 78, 105.
- Circea — ob. czartawa.
- Cis: liść 40; 119, 148,
245.
- Columniferae — ob. wiąż-
kowe.
- Compositae — ob. złożo-
ne.
- Convallaria — ob. kon-
wajka.
- Corydalis — ob. koko-
rycz.
- Corylus — ob. leszczyna.
- Crocus — ob. szafran.
- Cruciferae — ob. krzyżo-
we.
- Cukry 14, 20.
- Cyclamen — ob. gduła.
- Cykasy 148.
- Cyperaceae — ob. turzy-
cowate.
- Cyperales—ob. ciborowe.
- Cyperus — ob. cibora.
- Cypripedium — ob. obu-
wik.
- Cyprysy 148.
- Czapeczka 56, 57, 59, 62.
- Czartawa 195.
- Czepne rośliny 90—92.
- Czereśnia: kwiaty i owoce
167—168, 169, 172;
rozsiewanie owoców
240.
- Czerwiec 184.

Czosnek 142.
Czterosilne pręciki 162.

Daktyl (owoc) 233.
Darń łąkowa 85, 239.
Darń poduszczkowata 126.

Datura — ob. dziędzierzawa.

Daucus — ob. marchew.
Dąb: liść 42; 64; pąki śpiące 104; 113, 116, 118; kwiaty i owoce 158—159, 161; 241.

Dąbrówka 9, 78, 203.

Delphinium — ob. ostróżka.

Dębik 124, 126, 244.

Diagram — ob. narys.

Dianthus — ob. goździk.

Dicotyledones — ob. dwuliścienne.

Digitalis — ob. naparstnica.

Dłoniaste unerwienie 42, 52.

Dno kwiatowe 140 i w opisach kwiatów różowatych.

Dolny kwiat 168.

Dolny słupek 170.

Dracena 142.

Drewno: w korzeniu 60, 61; w łodydze zielnej 67, 68, 69, 71, 72; w łodydze zdrewniałej 109, 110, 111, 112.

Drosera — ob. rosiczka.

Drzewiaste rośliny: budowa zewnętrzna 99 — 107; budowa wewnętrzna 108 — 113.

Dwuletnie rośliny 75, 76.

Dwuliścienne: budowa nasion 31; budowa łodygi 66 — 70; systematyka 146, 150 — 217, 236.

Dwupienne 161, 179.

Dwurożne 200.

Dwutlenek węgla 20, 21, 23, 25, 52.

Dymnica 166.

Dzbanecznik 129, 130.

Działki kielicha 5, 153.

Dziwanna; włoski 48; 207.

Dziędzierzawa 208.

Dzwonek 209 — 210, 211.

Dzwonkowate 209 — 211, 238.

Echinocactus 88.

Echium — ob. żmijowiec.

Eleagnus — ob. oliwnik.

Elodea — ob. moczarka.

Endemizmy 243.

Epifity — ob. porośla.

Epilobium — ob. wierzbówka.

Epipactis — ob. kru-szczyk.

Ericaceae — ob. wrzo-sowate.

Eriophorum — ob. wel-nianka.

Erodium — ob. iglica.

Erophila — ob. wio-snowka.

Eukaliptusy 55.

Euphrasia — ob. świetlik.

Faba — ob. bób.

Fagaceae — ob. bukowate.

Fagales — ob. bukowe.

Fagopyrum — ob. gryka.

Fagus — ob. buk.

Farbownik 204.

Fasola: nasiona 25, 26; kielkowanie 26, 27 — 28; wzrost 28, 29, 30,

31, 32; warunki wzro-stu 34 — 37; liście 40, 43, 45; korzeń 56, 58, 59, 60, 61, 64; łodyga 65, 66, 76, 91; 121, 176.

Ficus — ob. figowiec.

Figowiec 120, 121.

Filodendron 121.

Fiolek: liść 41.

Fiolek trójbarwny 76; kwiaty i owoce 184, 185, 186.

Fiolet wonny 78.

Fiolkowe 184 — 187, 237.

Firletka: kwiaty i owoce 181, 182, 183.

Fosfor 19.

Fragaria — ob. poziomka.

Fuchsja — ob. ulanka.

Fumaria — ob. dymnica.

Gajowiec 203.

Galeobdolon — ob. gajo-wiec.

Gałązki, gałęzie 99.

Gatunek (pojęcie) 9, 235.

Gąbczasty mięksisz 47, 61.

Gdula 158.

Geotropizm 36.

Geraniaceae — ob. bo-dziszkowate.

Geranium — ob. bodzi-szek.

Gęsiówka 163.

Gładiolus — ob. mieczyk.

Gleba 63, 65, 66, 77.

Glechoma — ob. blu-szczyk.

Glistownik: budowa 3, 4, 6; gatunek 9; 12, 30, 31, 37, 40; kielkowa-nie 44; ulistnienie 45; budowa łodygi 66, 67; 77; kwiaty i owoce 165; rozsiewanie na-sion 241.

Glistnik — ob. glistownik.
Glony 2, 235.

Glumiflorae — ob. ple-wowe.

Głęb (w główce kapusty) 10.

Głodek: włoski 48.
 Główka kapusty 10, 11.
 Główka (kwiatostan) 176.
 Głównokzrosle 217.
 Główny korzeń 59.
 Główny pęd 5, 37.
 Glucha pokrzywa — ob. jasnota.
 Gorczyca 163.
 Goździk 38, 184.
 Goździkowate 181 — 184, 237.
 Górny kwiat 167.
 Górny słupek 170.
 Grab 118, 146.
 Gramineae — ob. trawy.
 Gratiola — ob. konitrud.
 Grażel: rozwój i budowa 92, 94, 95; 97, 98.
 Groch 23, 31, 32; wpływ światła na wzrost 34, 35; sztuczne rozgałęzienie 37; liść 40, 44, 45, 55, 67; jako roślina czepna 91, 92; 121; kwiat i owoce 172, 173, 174, 175, 176.
 Grochodrzew — ob. akacja.
 Gromady — 148.
 Groniaste kwiatostany 140, 149.
 Grono 140; schemat 149 (w objaśnieniu do rysunku podane stronicie pozostałe).
 Gruczołki 49, 50.
 Grusza: komórki kamienne 16, 19; 105; kwiaty i owoce 169, 170, 172.
 Gryka: kwiaty i owoce 177 — 178.
 Grzbieciste kwiaty 154 i w opisach kwiatów grzbiecistych.
 Grzbieciste liście 47.

Grzyby 2, 235.
 Guma kauczukowa 24.
 Gynandrae — ob. prętosłupkowe.
 Hedera — ob. bluszcz.
 Heleocahris — ob. ponikło.
 Helianthus — ob. słonecznik.
 Hepatica — ob. przyłaszczka.
 Herbata 24.
 Hiacynt: skórka 47; 81, 87; kwiaty i owoce 141, 142.
 Hottonia — ob. okrzęznica.
 Hyacinthus — ob. hiacynt.
 Hydrocharis — ob. żabiściek.
 Hyosciamus — ob. lulek.
 Iglaste 99.
 Iglica: kwiaty i owoce 192, 193; 244.
 Iridaceae — ob. kosaćcowate.
 Iris — ob. kosaciec.
 Iukka 142.
 Jabłoni 170.
 Jagoda 141, 194, 199, 200, 233.
 Jałowiec 99, 148.
 Jama podszparkowa 50.
 Jamki 112.
 Jamkowe naczynia 68.
 Jasieniec 211.
 Jasiono — ob. jasioniec.
 Jaskier 31, 32, 52, 66, 78; kwiaty i owoce 153, 154.
 Jaskólcze ziele — ob. glistownik.
 Jaskrowate 150 — 154, 237.
 Jasnota: budowa i rozwój 6, 7, 8; rodzaj i gatun-

ki 9: 12, 30, 31, 39, 41, 44; ulistnienie 45; 65, 67, 69, 77; kwiaty i owoce 200, 201, 202, 203; 235.
 Jastrzębiec 216.
 Jawor: mozaika liści 103.
 Jądro 13.
 Jednoliścienne: nasiona 32; budowa łodygi 65, 66, 71, 72, 73; systematyka 142, 217 — 233, 238.
 Jednopienne 161 i w opisach roślin jednopiennych.
 Jednopłciowe 144 i w opisach kwiatów jednopłciowych.
 Jednoroczne 75, 76, 124.
 Jemiola: rozgałęzienie 38, 45; budowa i rozwój 128; rozsiewanie owoców 241.
 Jesion: przejście od łusek okrywających do liści przyswajających 100, 102.
 Jezierza 97.
 Jęczmień 227.
 Jęczmek 39, 44, 227.
 Jęczminkowate kwiaty 214, 216.
 Jodła 124, 148, 245.
 Juniperus — ob. jałowiec.
 Kacznice: kwiaty i owoce 150 — 151, 152, 154; 235.
 Kaktusy 36, 87, 88, 245.
 Kalina: pąki 99, 100; 116, 118, 119.
 Kamienne komórki 16, 170.
 Kanianka: budowa i rozwój 126, 127.
 Kapusta: pąk 10, 11, 12; 24, 55, 77, 163.

Kasztan jadalny 158, 159.
 Kasztanowiec 32; liść 40, 43; pąki i ich rozwój 100, 101, 102.
 Kąkol 184, 245.
 Kielich 5, 153.
 Kieliszek 167, 188.
 Kiełek 25, 31.
 Kielkowanie: fasoli 26, 27; pszenicy 30, 32, 33; glistownika 44; kaktusów 88; buku 99, 100; kanianki 127.
 Klasy 132.
 Klon: liść 42, 52.
 Kłacz 6, 24; u zawilca 79; 86; u grążela 96; 98.
 Kłodzina 120.
 Kłos: schemat 146; 160.
 Kłos złożony 222.
 Kłoski: u traw 221, 225 i w opisach traw; u trzyc 228.
 Kminek 197.
 Kokorycz 166.
 Kokoryczka: liść 41, 52; 80, 164.
 Kolanko (wzdźbłach traw) 31, 39, 227.
 Kolce 106.
 Komory pyłkowe 133.
 Komosa 181.
 Komosowate 180 — 181; 237.
 Komórka 13 — 20 oraz przy opisach budowy wewnętrznej organów.
 Konieczyna: liść 43; 127; kwiaty i owoce 176, 177.
 Konitrud 207.
 Konopie 31, 70.
 Konwalia 52, 80, 140; kwiaty i owoce 143.
 Kora pierwotna: w korzeniu 60, 61; w łodydze 66, 109.

Korek 112, 113:
 Korkotwórcze komórki 112.
 Korona drzewa 99.
 Korona (kwiatu) 5, 153 i przy opisach kwiatów.
 Korowina 113.
 Korzenie 3, 24; budowa zewnętrzna 56 — 60; budowa wewnętrzna 60, 61; czynności 63, 64, 113, 114.
 Korzonkotwórcza warstwa 61, 62.
 Kosaciec 80, 87; kwiaty i owoce 217, 218, 219.
 Kosaćcowate 217 — 220, 233, 238.
 Kosmopolityczne rośliny 243.
 Kosówka 125.
 Koszyczek: schemat 149; 211.
 Kościeniec 184.
 Kotewka 195.
 Kotka (kwiatostan) 143, 160, 161.
 Krążenie plazmy 24.
 Kruszczyk 231.
 Krwawnik 87, 216.
 Krzem 19.
 Krzyżowe (rodzina) 161 — 163, 166, 237.
 Krzyżowe zapylenie 137.
 Kukurydza 36; budowa wewnętrzna łodygi 66, 71; 227.
 Kurczenie się korzeni 65.
 Kurząśląd 157.
 Kwasy 14.
 Kwiat 4, 5, 8, 132 — 140 i przy opisach roślin.
 Kwiatostany 140, 149, (schematy) i przy opisach roślin.
 Kwiatowe pąki 13, 99.

Łabiatae — ob. wargowe.
 Lactuca — ob. salata.
 Lak 163.
 Lamium — ob. jasnota.
 Larix — ob. modrzew.
 Lasy nasze 116 — 119, 242.
 Lasy tropikalne 119 — 123, 242.
 Lathraea — ob. łuskiewnik.
 Lavatera — ob. ślázówka.
 Ledum — ob. bagno.
 Len 37, 70.
 Leontodon — ob. brodawnik.
 Leontopodium — ob. szarotka.
 Leszczyna 102, 116, 118; kwiaty i owoce 142, 143, 144, 145, 146, 161.
 Lewkonja 39, 163.
 Liany — ob. pnącza.
 Lilak bez — ob. bez lilak.
 Liliaceae — ob. liljowate.
 Liliiflorae — ob. liljowe.
 Lilje 32, 84, 142.
 Liljowate 142, 148, 149, 220, 226, 232, 233, 238.
 Liljowe 220.
 Limba 124.
 Linaria — ob. lnica.
 Lipa: liść 43; pąki 100, 101, 102; budowa wewnętrzna pnia 111, 112; kwiaty i owoce 189, 190; rozsiewanie owoców 240.
 Lipowate 189 — 190, 237.
 Liscienie 25, 28, 31, 32, 44, 189, 190.
 Liściowe pąki 13, 99.
 Liść 4, 5, 6; budowa i czynności 38 — 55; również przy opisach roślin.

Lnica: liść 40; kwiaty i owoce 206, 207.
 Lodowcowy okres 244.
 Lucerna 176.
 Lulek 239.
 Lupinus — ob. łubin.
 Lychnis — ob. firletka.
 Lysimachia — ob. tojeść.
 Łagiewka pyłkowa 138.
 Łącznik 133, 185.
 Łoboda 181.
 Łodyga 4, 6, 27, 28; budowa wewnętrzna 65 — 71.
 Łodyżka podliścieniowa 27, 44.
 Łopian 240.
 Łożyisko 133 i przy opisach kwiatów.
 Łubin 176.
 Łupina nasienna 25.
 Łuski 6, okrywające 99.
 Łuskiownik 127, 207.
 Łuszczki 221 i w opisach kwiatów traw.
 Łuszczyna 162.
 Łuszczynka 162.
 Łyko: w korzeniu 60, 61; w łodydze zielnej 67, 68, 69; w łodydze zdrewniałej 109, 110, 111, 112.
 Macierzanka 203.
 Magnes 19.
 Mak: kwiaty i owoce 164, 165, 166.
 Makowate 164 — 166, 239.
 Makowe 166.
 Malachium — ob. kościennic.
 Malina: kwiaty i owoce 170, 171; rozsiewanie owoców 240.
 Malva — ob. śláz.

Malvaceae — ob. ślázowate.
 Mangan 19.
 Marchew 24, 64 77; kwiaty i owoce 195, 196, 197; rozsiewanie owoców i nasion 240.
 Martwica 113.
 Maximum temperatury 36.
 Mączka 20.
 Mchy 2, 125.
 Mechaniczne tkanki w liściu 51; w łodydze 69 — 70, 71; w pniu 115.
 Medicago — ob. lucerna.
 Melampyrum — ob. pszeniec.
 Mentha — ob. mięta.
 Mesembryanthemum — ob. podślonecznik.
 Miazga 66, 67, 68, 69, 71, 108, 109, 110, 111, 115; korkotwórcza 112.
 Mieczyk 219.
 Mieszek 151, 152.
 Międzyłodowcowe okresy 244.
 Międzywęźle 4, 6, 11.
 Międzywęźlowy wzrost 34.
 Mięksisz: w liściu 46, 47, 52 — 55; w korzeniu 57, 60, 61; w łodydze zielnej 66, 67, 69, 71, 80, 81; w drewnie 111, 112.
 Mięksisz drewna 69.
 Mięksisz łyka 69.
 Mięsożerne rośliny 129, 130.
 Mięta 9, 203.
 Migdał 169.
 Milorzab 148, 243.

Minimum temperatury 36.
 Miodniki 151 i w opisach kwiatów owadopylnych.
 Miodunka 204.
 Miseczka 158, 159.
 Mleczny sok 24.
 Mniszek 74, 75; kwiaty i owoce 213, 214, 215, 216; rozsiewanie owoców 240.
 Moczarka: wierzchołek wzrostu 11, 12; komórki 13, 14, 15, 17, 21; budowa i rozwój 92, 93, 94, 97; 245.
 Modrzew 99, 119, 124, 148, 241.
 Monocotyledones — ob. jednoliścienne.
 Morela 169, 172.
 Motylkowate 172 — 177, 234, 239.
 Mozaika liściowa 105.
 Mrówki: rozsiewanie nasion 152, 165, 241.
 Mydlnica 184.
 Myosotis — ob. niezapominajka.
 Nabłonek 49, 54.
 Naczynia 51, 57, 61, 68, 71, 72, 112.
 Nadległe okółki w kwiatkach 156.
 Nadziemny pęd 6, 79.
 Nagie kwiaty 144, 161.
 Nagie pąki 13, 120.
 Nagonasienne 148, 235, 244.
 Nagozalążkowe 148.
 Najas — ob. jeziora.
 Naparstnica 207.
 Naprzeciwległe ulistnienie 45.
 Naprzemianległe ulistnienie 45.

Narys 134, 135 i przy opisach kwiatów.
 Narządy rozmnażania 6, 8.
 Narządy wegetatywne 5.
 Nasada liścia 38, 43.
 Nasiona 5; budowa 24, 25, 26, 30, 31, 32, 86; powstawanie 139; rozsiewanie 240 — 242; i przy opisach poszczególnych roślin.
 Naturalny system 235.
 Nazwa gatunkowa 9, 234; rodzajowa 9, 234.
 Nepentes — ob. dzbanecznik.
 Nerwacja (liścia) 50, 51.
 Nerwy 46, 50, 51.
 Niecierpek: rozsiewanie nasion 242.
 Nielupka 213.
 Niepodzielony liść 40.
 Niezapominajka: kwiaty i owoce 203 — 204.
 Nitki pręcikowe 133 i w opisach kwiatów.
 Nostrzyk 177.
 Nudularium 122.
 Nuphar — ob. grążel.
 Obupłciowe kwiaty 124 i przy opisach kwiatów obupłciowych.
 Obuwik 231.
 Oczerety 97, 98.
 Oczka (w bulwach) 81, 82.
 Oddychanie 13, 34, 114.
 Odwrócony zalążek 137 i w opisach kwiatów.
 Odziomkowe liście 4.
 Odżywianie się rośliny 13.
 Oenothera — ob. świeca nocna.
 Ogonek liściowy 4, 38, 39, 40, 41.
 Ogonkowe liście 6, 39.
 Okienko 137.

Okółki: liściowe 7, okwiatu 132, pręcikowe 133.
 Okółkowe ulistnienie 7, 45.
 Okres pręcikowy 168.
 Okres słupkowy 168.
 Okres uśpienia zimowego 6.
 Okres wegetacji 6.
 Okrężnica 157.
 Okryte pąki 13, 99.
 Okrytonasienne 148, 150, 235, 236, 244.
 Okrytozalążkowe 148.
 Okrywa kwiatostanu 211, 212.
 Okrywowe tkanki 47.
 Okwiat 5, 132, i przy opisach kwiatów.
 Oliwnik: włoski 48.
 Olsza 146, 242.
 Optimum temperatury 36.
 Orchidaceae — ob. storczykowate.
 Orchis — ob. storczyk.
 Organiczne substancje 20.
 Orobanche — ob. zaraza.
 Orzech (owoc) 145; laskowy 143, 145; rozsiewanie 241.
 Orzech włoski: komórki skorupy owocowej 18.
 Orzechy kokosowe 243, 244.
 Oset 62, 216.
 Osiowe łożysko 156, 182.
 Osklepki 204.
 Osłonki 137, 178.
 Ostnica 87, 88.
 Ostróżka 153.
 Ośrodek (w zalążku) 137, 138.
 Otręby 32.
 Otwarte wiązki 71.
 Owadożerne 129, 130.
 Owies 30; wiecha 220; kwiaty i owoce 224, 225, 226.

Owoce 4, 5, 86, 139 i przy opisach roślin; rozsiewanie 239, 242.
 Owocnia 139 i przy opisach owoców.
 Owocolistki 133, 148.
 Paeonia — ob. piwonja.
 Palisadowy mięksisz 46, 47.
 Palma daktylowa 120, 232, 233.
 Palmae — ob. palmy.
 Palmy 66, 120, 232, 238.
 Papaver — ob. mak.
 Papaveraceae — ob. makowate.
 Papilionaceae — ob. motylkowate.
 Paprocie 122, 244.
 Para wodna 20.
 Parietales — ob. ściennie.
 Parki przyrody 245.
 Parowanie 53, 54, 55, 89, 124.
 Parzące włoski (u pokrzywy) 49.
 Pasorzyty 126 — 128.
 Paznokieć (w kwiatach firletki) 182.
 Pąk 8: budowa 10 — 12, 25; u drzew 99, 100, 101.
 Pelargonja 50.
 Pełnik 164.
 Pestkowiec 169.
 Petroselinum — ob. pietruszka.
 Pęd 4, 6, 26 i przy opisach roślin.
 Pęknięcie pylników 136, 198.
 Phaseolus — ob. fasola.
 Phleum — ob. brzanka.
 Phoenix — ob. palma daktylowa.
 Phragmites — ob. trzcina.
 P'hyllocactus 89.

- Phyteuma — ob. zerwa.
Picea ob. świerk.
Pień 99.
Pierścieniowe naczynia 68.
Pierwiosnek 38; kwiaty i owoce 155, 156, 157; 198.
Pierwiosnek chiński: gruczolki 49.
Pierwiosnkowate 155 — 158, 238.
Pierwiosnkowe 158.
Pierwotna kora — ob. kora pierwotna.
Pierzaste liście 43.
Pierzaste unerwienie 42, 51.
Pietruszka 76, 198.
Pięciornik 78.
Piętka (u cebuli) 83, 84.
Pimpinella — ob. biedrzeńiec.
Pinus — ob. sosna.
Pirus — ob. grusza.
Pisum — ob. groch.
Piwonja 154.
Platanthera — ob. podkolan.
Platyterium 123.
Plazma 13 i w opisach komórek.
Plewa 221 i w opisach kłosek u traw.
Plewka 221 i w opisach kłosek u traw.
Plewowe 227.
Płatki 5, 153, i przy opisach kwiatów.
Płciowe rozmnażanie 78.
Płonne kwiaty 212.
Pływacz 129, 130.
Pnącza 91, 121.
Pobieranie wody 63, 123.
Pochwa: korzeniowa 30, 32; liściowa 30, 32, liściowa 39, 43.
Podbiał 216.
Podkolan 231.
Podśloneczniki 87, 88.
Podział komórki 15, 17.
Podzielony liść 40, 43.
Podziemny pęd 6, 79, 80, 82.
Pokrywy (w kwiatostanie) 196.
Pokrzyk 208.
Pokrzywa: włoski parzące 49; kwiaty i owoce 178, 179, 180.
Pokrzywowate 178 — 180, 236.
Pokrzywowe 180.
Polygonaceae — ob. rdestowate.
Polygonales — ob. rdestowe.
Polygonatum — ob. kokoryczka.
Polygonum — ob. rdest.
Pomidor 209.
Pomurnik 180.
Ponikło 97.
Popiół roślinny 19.
Populus — ob. topola.
Porosła 121, 122, 123, 232.
Potamogeton — ob. rdzestnica.
Potas 19.
Potentilla — ob. srebrnik.
Powój 91.
Poziomka: liść 39; rozwój i budowa organów wegetatywnych 71, 72, 77; kwiaty i owoce 166, 167, 172; rozsiewanie owoców 242.
Pozornie widelkowate rozgałęzienie 38.
Pozornie wierzchołkowe rozgałęzienie 38.
Półpasorzyty 128.
Prawosłaz 188.
Prątniczki 192, 193.
Pręciki 5, 133 i przy opisach kwiatów.
Pręcikowe kwiaty 148 i przy opisach kwiatów jednopłciowych.
Pręcikowie 133 i przy opisach kwiatów.
Pręcikowy okres 168 i przy opisach kwiatów przedprątnych lub przedślupnych.
Prętosłup 231.
Primula — ob. pierwiosnek.
Primulaceae — ob. pierwiosnkowate.
Primulales — ob. pierwiosnkowe.
Produkty uboczne (przemiany materji) 27.
Promienie rdzeniowe 66, 67, 108, 109, 110, 111, 112.
Promieniste kwiaty 135 i przy opisach kwiatów.
Proso 227.
Prostnica 45.
Prosty załążek 137, 177, 179.
Protoplazma — ob. plazma.
Prunus — ob. czereśnia.
Przedprątne kwiaty 184, 186, 188, 190, 192, 194, 197.
Przedślupne kwiaty 168, 169, 172.
Przelot 176.
Przemiana materji 24.
Przeprowadzanie wody 71.
Przeźrzenie międzykomórkowe 47.
Przetacznik: kwiaty i owoce 205, 206, 207.
Przetchniny 101, 113.
Przewody żywiczne 112.

Przewodzące komórki:
tworzenie się 17.
Przewodzące tkanki 51,
65.
Przybyszowe korzenie
33, 59, 60, i w opi-
sach bylin.
Przykoronek 182.
Przykwiatki 190.
Przylaszczka 154.
Przylistki 39, 43 i w opi-
sach liści.
Przysadka 140.
Przystosowanie 76.
Przyswajające liście 39.
Przyswajanie 20 — 22,
52 — 53, 85, 113.
Psianka 208.
Psiankowate 207—209,
238.
Pszemica: budowa ziarn
i kielkowanie 25—30;
65, 76; kwiaty i owo-
ce 223, 227.
Pszemiec 128, 207.
Pulmonaria — ob. mio-
dunka.
Pulsatilla — ob. sasanka.
Pylniki 133.
Pylek 133, 147, 187, 188.
Pyłkomasy 231.
Quercus — ob. dąb.
Rafflesia 128.
Ranunculaceae — ob. ja-
skrowate.
Ranunculus — ob. jaskier.
Rdest 177.
Rdestnice 96, 97.
Rdestowate 177 — 178,
237.
Rdestowe 178.
Rdzeń 16, 18, 61, 66, 67.
Regle 129.
Relikty 243.
Rezerwaty 119, 245.
Rhododendron — ob. ró-
żanecznik.

Rhoeadales — ob. mako-
we.
Robinia — ob. akacja,
grochodrzew.
Roczne pędy (w roślinach
drzewiastych) 99.
Rodzaj 9, 235.
Rodzina 9, 236.
Rojnik 38.
Rosa — ob. róża.
Rosaceae — ob. różowate.
Rosales — ob. różowe.
Rosiczka 129, 130.
Rozchodnik 55, 89.
Rozgałęzienia* 5, 37.
Rozłogi 79, 82.
Rozłupki 202.
Rozmieszczenie roślin
242 — 243.
Równoległe unerwienie
51.
Róża 106; kwiaty i owoce
171, 172, 173.
Róża jerychońska: rozsie-
wanie nasion 240.
Różaneczniki 125, 200.
Różnolistość 96.
Różnożywe rośliny 126.
Różowate 166 — 173;
237.
Różowe 177.
Rubus — ob. malina.
Ruch plazmy 16.
Rumex — ob. szczaw.
Rumianek 87.
Rumian 216.
Rurki sitkowe: w liściu
51; w korzeniu 61;
w łodydze zielnej 67,
68; w łodydze zdrewn-
iałej 110.
Rurkokwiatowe 209.
Ryż 227.
Rzepak 163.
Rzeżucha 124; kwiaty
i owoce 161, 162, 163.
Rzodkiewka 163.

Sagitaria — ob. strzałka.
Sagowce 148.
Salicaceae — ob. wierz-
bowate.
Salicales — ob. wierz-
bowe.
Salix — ob. wierzba.
Salvia — ob. szalwja.
Salata 216.
Samozapylanie 137.
Samożywe rośliny 126.
Sanicula — ob. żankiel.
Saponaria — ob. mydlni-
ca.
Sarrothamnus — ob. żarno-
wiec.
Sasanka 154.
Scirpus — ob. sitowie.
Scleranthus — ob. czer-
wiec.
Scrophulariaceae — ob.
trędownikowate.
Secale — ob. żyto.
Senecio — ob. starzec.
Seradela 159.
Siarka 19.
Siedzące liście 7, 39.
Sierpik: schemat 149;
204.
Silene — ob. lepnica.
Sinapis — ob. gorczyca.
Sitowie 96, 98.
Sity 16, 67.
Skórka 46, 47, 60, 65, 66.
Skrecony zalążek 137
i przy opisach kwiatów.
Skretolegle ulistnienie 7,
45.
Skrobia 20.
Skrecone pędy 104.
Skrzypy 96, 124, 244.
Skupienia 70.
Słoje roczne 110, 111,
112.
Słonecznik 54, 56; kwiaty
i owoce 215, 216.
Słupek 5, 133, i przy
opisach kwiatów.

Słupkowie 153.
 Sok komórkowy 14.
 Solanaceae — ob. psian-
 kowate.
 Solanum — ob. psianka.
 Soldanella — ob. urdzik.
 Sole mineralne 19, 67.
 Sonchus — ob. oset.
 Sosna 59, 64, 99: budowa
 i rozwój pędów wegeta-
 tywnych 106 — 107;
 budowa anatomiczna
 pnia 108, 109, 110,
 111, 116, 118; kwiaty
 inasiona 140, 141, 142.
 Sosnoweczka 96, 97.
 Sód 19.
 Spergula — ob. sporek.
 Spiralne naczynia 68.
 Sporek 184.
 Ssawki 127.
 Stałe tkanki 18.
 Starzec: liść 39; 76, 216.
 Stellaria — ob. gwiazd-
 nica.
 Stepy 86—88, 226.
 Stokrotka 216.
 Storkczyk 52, 85, 122;
 kwiaty i owoce 229,
 230, 231, 234, 240.
 Storkczykowate 229 —
 232, 233, 238.
 Strąk 174, 175, 176, 177.
 Strzałka: budowa i rozwój
 95, 96.
 Stupa — ob. ostnica.
 Succica — ob. świerzbica.
 Sucha masa 19.
 Suchorostry 88, 89, 177.
 Symetria: promienista
 135, grzbiecista 154.
 System roślinny 234.
 Szafran 219.
 Szalej 197.
 Szalwia 9, 202, 203, 235.
 Szarotka: włoski na skórcie
 48; 125, 217, 245.
 Szczaw: liść 41; 62; 177.

Szczawian wapna 24.
 Szczytowy pąk 28, 29.
 Szeleżnik 128, 207.
 Sznureczek (w załączku)
 137.
 Szorstkoliste 203 —
 205, 209, 238.
 Szparag 142.
 Szparka 50.
 Szpinak 181.
 Szupinkowe owoce 167.
 Szyjka (słupka) 133 i w
 opisach kwiatów.
 Szyjonitka 231.

Ścienne łóżysko 186.
 Ścienne (rząd) 187.
 Ślacz 187, 188.
 Ślaczowate 187 — 189,
 237.
 Ślaczówka 188.
 Śliwki 169.
 Śpiące pąki 104.
 Śródskórnia 60, 61.
 Światła wpływ na wzrost
 34, 35, 74; na budowę
 liści 55; na wzrost ko-
 rzenia 64—65; na roz-
 mieszczenie roślinności
 w górach 124, 125.
 Świerk 64, 99; pąki 101,
 103, 104; 118, 124,
 148.
 Świerzbica 44.
 Świetlik 128, 207.

Taeniophyllum 122, 123,
 232.
 Taraxacum — ob. mni-
 szek.
 Tarczka 30, 31.
 Tarnina: ciernie 105;
 169.
 Tasznik: kwiaty i owoce
 163; 243.
 Tatarka 76.
 Taxus — ob. cis.

Thymus — ob. macie-
 rzanka.
 Tkanki 18.
 Tlen 20.
 Tojad: skórka liścia 47.
 Tojeść 157.
 Tomka: wiecha 220; kwia-
 ty 225, 226, 235.
 Topola: liść 40, 52; 59,
 62, 102, 161.
 Torebka 139 i przy opi-
 sach owoców.
 Tradescantia — ob. trzy-
 krotka.
 Transpiracja — ob. paro-
 wanie.
 Trapa — ob. kotewka.
 Trawy: ziarno i kielko-
 wanie 30—39, liście
 39, 43; 45, 85, 86;
 systematyka 220—
 227, 233, 234, 238.
 Trędownik 207.
 Trędownikowate 205 —
 207, 238.
 Trifolium — ob. koni-
 czyna.
 Triticum — ob. pszenica.
 Trollius — ob. pełnik.
 Truskawka 167.
 Trzciny 80, 97, 98.
 Trzykrotka 59, 121.
 Tubiflorae — ob. rurko-
 kwiatowe.
 Tulipa — ob. tulipan.
 Tulipan 84, 87; kwiaty
 i owoce 132, 140, 142,
 149.
 Tundra 123, 244.
 Turzyce 45, 97; kwiaty
 i owoce 228, 229.
 Turzycowate 228—229,
 233, 238.
 Twardziel 16.
 Twórcze komórki 15, 17,
 27, 56.
 Twórcze tkanki 18.
 Tytoń 208.

- Ulistnienie 7, 45.
 Ułanka: kwiaty i owoce 193, 194.
 Umbelliferae — ob. baldaszkowate.
 Umbelliflorae — ob. baldachokwiatowe.
 Umocnienie roślin (korzenie) 63.
 Unerwienie (w liściu) 50, 51.
 Urdzik 158.
 Urtica — ob. pokrzywa.
 Urticaceae — ob. pokrzywowate.
 Urticales — ob. pokrzywowe.
 Utricularia — ob. pływacz.
 Vaccinium — ob. borówka.
 Vanilla — ob. wanilja.
 Verbascum — ob. dziewanna.
 Veronica — ob. przetacznik.
 Vicia — ob. wyka.
 Viola ob. fiolek.
 Violaceae — ob. fioletowate.
 Viscum — ob. jemiola.
 Walec osiowy 60, 61.
 Wanilja 232.
 Wapń 19.
 Wargowe 9, 200—203, 234; 238.
 Warzka 230.
 Wąsy czepne 91.
 Wegetatywne pąki 13.
 Wegetatywne rozmażanie 78.
 Welwitschia 234, 244.
 Welnianka 229.
 Węgiel (pierwiastek) 19.
 Węgiel kamienny 20.
 Węgla kamiennego okres 243.
 Węzeł 4, 11.
 Wiatropylne 144 i przy opisach kwiatów wiatropylnych.
 Wiąz 102.
 Wiązki przewodzące 65, 67.
 Wiązkowe rozgałęzienie w korzeniu 59.
 Wiązkowe (rzęd) 191.
 Wici 77.
 Wiecha 200.
 Wilooewockowe 155.
 Wierzba: liście 45, 52, 59; pąki 99, 102, 104; 114; kwiaty i owoce 160, 161; 236; rozsiewanie nasion 240.
 Wierzbowate 160—161, 237.
 Wierzbowe 161.
 Wierzbówka: kwiaty i owoce 194, 195; rozsiewanie nasion 240.
 Wierchołek wzrostu 12, 13, 25, 28, 33, 55.
 Wierchołkowy wzrost 29.
 Wiesiołkowate 193 — 195, 237.
 Wijące się rośliny 90—92.
 Wilczomlecze 62.
 Wilgotność: wpływ na wzrost pędu 34, 36; na budowę liścia 54, 55.
 Wilczomlecze 91.
 Winorośl 121.
 Wiosnowka 163.
 Wiśnia: liść 42, 45; 169.
 Włoski 48, 49.
 Włośniki 56, 58, 60, 61.
 Włośnikowastrefa 56, 58.
 Włókna 67, 69, 70.
 Woda 3, 19.
 Wodne rośliny 92—98.
 Wodniczek 14.
 Wodór 20.
 Wolnopłatkowe 198, 234.
 Woreczek zalążkowy 137, 138.
 Wrzos 200.
 Wrzosiowate 198, 200, 237.
 Wskaźniki 185.
 Wydłużone pędy 104.
 Wydma 90.
 Wyka 176.
 Wyrosłe komórki 15, 16.
 Wyrośnięta strefa w korzeniu 57, 59.
 Wysokogórska roślinność 125.
 Wzór kwiatu 164 i przy opisach kwiatów.
 Wzrostliście 39; pędu 13, 28, 29, 34; korzeni 56, 58.
 Wzrostu strefa w korzeniu 56, 57, 58.
 Xanthorrhoea 142.
 Zalążki 5, 133 i przy opisach kwiatów.
 Zalążnia 133 i przy opisach kwiatów.
 Zamknięte wiązki 71.
 Zapasowe substancje 24, 31.
 Zapłodnienie 137.
 Zapyłanie 136 i przy opisach kwiatów.
 Zaraza 127.
 Zarodek: budowa 25; powstawanie 138.
 Zarodkowy korzeń 59.
 Zaródź 13, 14, 22.
 Zasiąg 243.
 Zawilec 24, 60; budowa i rozwój organów wegetatywnych 77—79; kwiaty i owoce 151, 152, 154; rozsiewanie nasion 241.
 Zerwa 211.

Ziarenka skrobi: w nasionach fasoli 26; w ziarnach pszenicy 31, bulwach ziemniaka 51.	Złocien 87, 216.	Zarnowiec: kwiaty i owoce 175, 176, 177.
Zielne rośliny 75—99.	Złożone 211—220, 234, 238.	Żelazo 19.
Zielniki 234.	Znaczek (w nasieniu) 25.	Żmijowiec 204.
Ziemniak 24, 35, 60; budowa i rozwój organów wegetatywnych 80, 81, 82, 83, 85; kwiaty i owoce 207—208.	Znamię 133 i przy opisach kwiatów.	Żołądź 241.
Zimujące pąki 5, 86, 95.	Zrostopłatkowe 234.	Żyto 30, 33; kwiaty i owoce 220, 221, 222.
	Zwarcica 69, 70.	Żywica 24, 100.
	Zabiściek: budowa i rozwój 92, 95,	Żywokost 204.
	Żankiel 197.	Żdźbło 33, 34, 220.

POPRAWKI I UZUPEŁNIENIA.

- Str. 31, wiersz 13 od dołu zamiast „ciałkami białkowatemi” powinno być „ciałami białkowatemi”.
- Str. 75, wiersz 1 od góry zamiast „dmuchawiec” powinno być „mniszek lekarski”.
- Str. 89, wiersz 9 od góry na początku wiersza powinno być „ilości”.
- Str. 92, wiersz 8 od dołu zamiast „grzybienia” powinno być „grąźela”
- Str. 97, pod podpisem rysunku 106 opuścić „nenufary”; zamiast „wrzeczniki” powinno być „rdestnice” i zamiast „roślinność głębinowa” powinno być „roślinność łąk podwodnych”.
- Str. 115, wiersz 19 od dołu zamiast „pędów jednorocznych” powinno być „pędów rocznych”.
- Str. 133, wiersz 8 od dołu dopisać po kropce: „Część dolna, przeważnie rozszerzona słupka, dźwigająca zalążki, nosi nazwę zalążni, u góry słupek kończy się znamionami, między znamionami i zalążnią znajduje się t. zw. szyjka, która u niektórych gatunków roślin, jak np. u pierwiosnka, bardzo wyraźnie się uwypatnia”.
- Str. 199 wiersz 2 od dołu zamiast „rys. 205” powinno być „rys. 207”.

WYDAWNICTWA

WARSZAWA, NOWY ŚWIAT

UP - Kraków BG



1050189740

MAŁE ATLASY PRZYRODNICZE kolorowe

1. GADY I PŁAZY. 59 rysunków kolorowych na 12 tablicach. 3 —
2. GRZYBY JADALNE I TRUJĄCE. 40 rysunków kolor. na 20 tabl. 3 —
3. MINERAŁY. Część I. 95 rys. kolor. na 10 tabl. 3 —
4. MINERAŁY Część II. 98 rys. kolor. na 10 tabl. 3 —
5. MOTYLE I GĄSIENICE. Cz. I. 129 rys. kolor. na 12 tabl. 3 —
6. MOTYLE I GĄSIENICE. Cz. II. 197 rys. kolor. na 13 tabl. 3 —
7. PTAKI KRAJOWE. Cz. I. 79 rys. kolor. na 12 tabl. 3 —
8. PTAKI KRAJOWE. Cz. II. 60 rys. kolor. na 12 tabl. 3 —
9. ROŚLINY LECZNICZE. 32 rysunki kolorowe na 12 tabl. 3 —
10. ROŚLINY GÓRSKIE. 57 rysunków kolor. na 12 tabl. 3 —
11. RYBY. 52 rysunki kolorowe na 12 tablicach. 3 —
12. ZWIERZĘTA SSĄCE. Cz. I. 56 rys. kolor. na 11 tabl. 3 —
13. ZWIERZĘTA SSĄCE. Cz. II. 47 rys. kolor. na 11 tabl. 3 —
14. ZWIERZĘTA SSĄCE. Cz. III. 33 rys. kolor. na 10 tabl. 3 —

ATLASY PRZYRODNICZE.

- Arct-Golczewska M.** BOTANIKA NA PRZECHADZCE. Cz. II. 208 rys. roślin na 20 tab. kol. Wyd. III z tekstem objaśniającym, popr. przez J. Kołodziejczyka. 6 —
- Arct-Golczewska M.** KWIATY WIOSENNE, ułożone według barw i środowisk. 174 ryciny kolorowe na 40 tablicach W opr. 12 —
- KWIATY LETNIE I JESIENNE, ułożone według barw i środowisk. 40 tablic z 162 rys. kolor. W opr. 12 —
- ATLAS ZIOŁ LECZNICZYCH.** 74 rysunki kolorowe na 46 tablicach. 6 —
- CHRZĄSZCZE.** Atlas z 465 rys. kolorowymi na 20 tablicach. Nazwy polskie podał K. Kulwieć. 8 —
- Lampert K. dr.** ATLAS PAŃSTWA ZWIERZĘCEGO. Opracował B. Dyakowski. Cz. I. Zwierzęta ssące, z 60 rys. i z 200 rysunk. kolor. na 32 tabl. W opr. 16. —
- ATLAS PAŃSTWA ZWIERZĘCEGO. Cz. II. Ptaki, z 256 rys. kol. na 32 tabl. W opr. 16. —
- ATLAS PAŃSTWA ZWIERZĘCEGO. Cz. III. Gady, płazy, ryby i zwierzęta bezkręgowce, z 365 rys. kolor. na 32 tabl. i 67 rys. w tekście. W opr. 20. —
- Schleyer A. dr.** ŚWIAT MINERAŁÓW. Atlas ze 170 rys. barw. na 30 tablicach i 73 rys. w tekście; W opr. 12 50
- ŚWIAT ZWIERZĄT. Atlas ze 171 rys. barw. na 30 tabl. W opr. 12 50