

JANUARY KOŁODZIEJCZYK

ĆWICZENIA
Z MORFOLOGII
ROŚLIN

CZ. I

MORFOLOGIA ORGANÓW
WEGETATYWNYCH ROŚLIN
KWIATOWYCH



PANSTWOWE ZAKŁADY WYDAWNICTW SZKOLNYCH

k 31/57

Nr. inw. 1571

Szafa: 5
Półka: 2

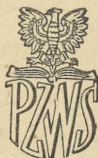
J. KOŁODZIEJCZYK
ĆWICZENIA
Z MORFOLOGII
R O Ś L I N

J A N U A R Y K O Ł O D Z I E J C Z Y K

**Ć W I C Z E N I A
Z M O R F O L O G I I
R O Ś L I N**

I

**M O R F O L O G I A
O R G A N Ó W W E G E T A T Y W N Y C H
R O Ś L I N K W I A T O W Y C H**



**W A R S Z A W A 1950
P A Ń S T W O W E Z A K Ł A D Y W Y D A W N I C T W S Z K O L N Y C H**

WYDANIE DRUGIE UZUPEŁNIONE
dostosowane do wymagań programowych
11-letniej szkoły ogólnokształcącej
przez
T A D E U S Z A G O R C Z Y Ń S K I E G O

Książka zatwierdzona pismem Ministerstwa
Oświaty nr VI OC - 3163/49 z dn. 4. II. 1950 r.
jako pożądana w bibliotekach licealnych i nau-
czyielskich



Podpisano do druku dn. 1. VI. 1950

Nakład 10 000 + 1000 egz.

Arkuszy druku 4

Zarządzenie 884

Zamówienie nr 4976

Papier druk. sat. 70 g kl. V, 61×86 cm

108/50 — D - 1 - 10880

Zakłady Graficzne Państw. Zakładów Wydawnictw Szkolnych w Łodzi

Słuchaczom i Słuchaczkom Państwowego Instytutu Nauczycielskiego pracę tę poświęcam

PRZEDMOWA

Ćwiczenia botaniczne ograniczają się do ćwiczeń przede wszystkim z anatomii, fizjologii i w mniejszym zakresie z systematyki roślin. Najbardziej więc jest upośledzona morfologia roślin, głównie z powodu braku podręcznika. Napisanie jednak podręcznika do ćwiczeń z morfologii roślin bynajmniej nie należało do rzeczy łatwych. Bo jeżeli istnieje wiele *practicum* z anatomii, fizjologii, systematyki roślin i został ułożony pewien schemat tych ćwiczeń, to nie znam wcale podręcznika do ćwiczeń morfologicznych.

Od kilku lat (1922—1924) prowadziłem lub prowadzę ćwiczenia w byłej Wyższej Szkole Ogrodniczej, na Wolnej Wszechnicy Polskiej i w Państwowym Instytucie Nauczycielskim i kładąc szczególny nacisk na morfologię roślin, zwłaszcza morfologię rozwojową, wyrobiłem sobie własny program, który opracowałem w postaci niniejszego podręcznika. Niektóre z ćwiczeń, jak np. sztuczne otrzymanie sympodium grochu lub ulistnienie kapusty, są oparte na moich studiach morfologiczno-pedagogicznych.

Tomik niniejszy obejmuje tylko budowę wegetatywną roślin; w niedługim czasie zamierzam opracować morfologię organów rozmnażania roślin kwiatowych (tomik drugi), a następ-

nie, jeżeli prace moje spotkają się z przychylnym przyjęciem, przystąpię do opracowania jeszcze morfologii i systematyki roślin niższych.

Ćwiczenia morfologiczne wyróżniają się przede wszystkim prostotą i łatwością wykonania. Materiał do opisanych przeze mnie ćwiczeń otrzymać można bardzo łatwo. Wszystkie bowiem wymienione w nich rośliny albo rosną w najbliższym otoczeniu, albo służą jako rośliny pokarmowe i mogą być w każdej chwili dostarczone w odpowiedniej ilości (pewną trudność tylko przewiduję co do konwalii). Podczas ćwiczeń więc każdy uczeń może mieć swój materiał i przerysowywać go. Również i kielkowanie roślin należy do bardzo łatwych. Kielkowanie roślin uważam za jedno z najważniejszych ćwiczeń botanicznych na każdym poziomie nauczania, czy to w szkole powszechnej, czy też w pracowni uniwersyteckiej. Powiem nawet, że stanowczo lepsze jest dokładne zapoznanie się z morfologią kielkowania jakiegokolwiek rośliny, aniżeli wykucie kursu botaniki, choćby z najlepszego podręcznika. Również w ćwiczeniach kładłem nacisk na stronę dynamiczną, rozwojową formy roślinnej. Tam zaś, gdzie nie da się prześledzić tego na materiale żywym, można uczniom pokazać do przerysowania materiał suszony. Pomoce do ćwiczeń są też niezmiernie proste: wystarczą igielki, scyzoryk, lupa. Staralem się jak najmniej dawać ćwiczeń z użyciem mikroskopu; ale tam, gdzie jest nawet tylko jeden mikroskop, można przeprowadzić te ćwiczenia tak, że jedni drugim nie przeszkadzają w mikroskopowaniu i że nie ma oczekiwania, co ujemnie wpływa na ćwiczenia. Tam zaś, gdzie nie ma mikroskopu, można po prostu kazać przerysowywać rysunek (zwłaszcza rys. 6). W ogóle notatkę, rysunek z najszczegółowszymi opisami uważam tutaj za najważniejsze, jak zresztą przy każdym ćwiczeniu.

Ćwiczenia niniejsze nie wyczerpują oczywiście całokształtu morfologii roślin. Dopełnić je, odpowiednio do upodobań nauczającego, bardzo łatwo w pokazach i pogadankach. Z pokazów można polecić np. tablice dużych rozmiarów, na których są nalepione np. zasuszone formy liścia, zasuszone postacie pę-

du, korzeni, przemiany liścia i inne. Tablice takie można zrobić bardzo łatwo, opierając się na podręczniku botaniki Arct-Golczewskiej¹⁾. Żeby jednak uczniów zaznajomić z bogactwem form roślin podzwrotnikowych, można przeczytać albo polecić do przeczytania odpowiednie rozdziały z literatury podróźniczej. A literatura u nas jest bardzo bogata: w dziełach Sienkiewicza (*Listy z Afryki, Szkice amerykańskie*), Siedleckiego (opisy puszczy podzwrotnikowej w *Jawie*), Dunikowskiego, Stolemana i wielu innych — mamy cudowne opisy bogactwa roślinności krain podzwrotnikowych.

W ten sposób przeprowadzona na materiale żywym i dopełniona pogadankami morfologia roślin staje się naprawdę nauką żywą i (mogę powiedzieć bez zaślepienia) ciekawą.

Morfologia roślin jest tak silnie związana z innymi działami botaniki, że niejednokrotnie wkraczałem w dziedziny pokrewne, przede wszystkim anatomii i fizjologii roślin. Ponieważ jednak mamy już w tej dziedzinie podręczniki, *Ćwiczenia z anatomii i ćwiczenia z fizjologii roślin* Czartkowskiego oraz *Przewodnik do ćwiczeń mikroskopowych z botaniki* Strassburgera, więc nie chcąc powtarzać odsyłałem do nich.

Wiele cennych uwag przy czytaniu rękopisu zawdzięczam koledze prof. drowi F. Kotowskiemu.

Rysunki są przeważnie oryginalne; zawdzięczam je Wandzie Karpowiczównie, Józefowi Machlejdowi, Wandzie Chmielewskiej-Lesińskiej i Janowi Nowakowi. Prócz tego pomagała mi w dostarczaniu materiału asystentka Pracowni Botanicznej na WWP Jadwiga Lekczyńska. Miło mi tym osobom złożyć serdeczne podziękowanie.

DR JANUARY KOŁODZIEJCZYK

Warszawa, 1 lipca 1924

¹⁾ Arct - Golczewska, T. i J. Kołodziejczykowie. *Podręcznik do nauki botaniki*. Wydanie VIII. Wydawn. M. Arcta w Warszawie, 1924 r. (obecnie nieaktualne).

PRZEDMOWA DO NOWEGO WYDANIA

Niniejsza książeczka dra Januarego Kołodziejczyka, wydana przez M. Arcta w 1924 w Warszawie, spełniła swego czasu ważną rolę pomocy w nauczaniu botaniki w dziale morfologii roślin.

Obecnie mimo licznych wydawnictw typu podręcznikowego lub pomocniczego sytuacja w dziale morfologii roślin nie zmieniła się wiele na lepsze. Dotychczas bowiem metodyka nauczania jak gdyby omijała ten podstawowy dział botaniki. Dlatego, zgodnie z wolą nieżyjącego już Autora i istotną potrzebą szkoły, postanowiono wydać na nowo Jego *Ćwiczenia z morfologii roślin* z myślą, iż będą one przewodnikiem w rękę ucznia i pomocą w organizowaniu zajęć praktycznych z morfologii roślin kwiatowych dla nauczającego. Mam wrażenie, że szczególnie teraz, kiedy wielu nauczycieli musi z braku sił wykwalifikowanych wykładać po parę przedmiotów, nie będąc specjalistami botanikami, książeczka ta wielce ułatwi przeprowadzenie ćwiczeń w tych klasach, w których trzeba uczniów zapoznać zgodnie z programem Ministerstwa Oświaty, z podstawami morfologii roślin.

Morfologia roślin, nauka o kształtach i budowie roślin — to w botanice podstawa, o której w wielu podręcznikach zbyt mało się mówi, choć jej opanowanie jest konieczne do zrozumienia zagadnień systematycznych, ewolucyjnych, ekologicznych

i fizjologicznych. Dlatego wydaje mi się, że i dziś, mimo wpływu ćwierćwiecza, książeczka Januarego Kołodziejczyka znajduje uzasadnione uznanie wśród nauczycielstwa. Morfologia roślin potraktowana tylko opisowo jest ciężkim i trudno przyswajalnym przedmiotem do nauczania. Słusznie w swej przedmowie podkreśla autor: „kładłem nacisk na stronę dynamiczną, rozwojową formy roślinnej”, bo wtedy poznawanie poszczególnych zjawisk staje się żywe i ciekawe. Książeczka Januarego Kołodziejczyka wypełnia lukę w piśmiennictwie popularno-dydaktycznym przyrodoznawstwa okresu powojennego. Może być ona wyzyskana przede wszystkim w szkole ogólnokształcącej, ale najprzystępniejszy materiał dotyczący roślin kwiatowych znajdujemy przecież w programach wielu szkół zawodowych typu przyrodniczego (rolnych, leśnych i ogrodniczych), gdzie *Ćwiczenia z morfologii roślin* mogą być doskonałym przewodnikiem. Jasny wykład i konturowe wyraźne rysunki pozwalają na korzystanie z nich niekoniecznie tylko w czasie zajęć praktycznych. Wiadomości bowiem zawarte w *Ćwiczeniach* są jakby prostym streszczeniem istotnie wartościowych wiadomości z morfologii roślin. Forma *Ćwiczeń* wprowadza czytelnika aktywnie w świat roślin, zmuszając go w każdym momencie do zwracania szczególnej uwagi na podkreślane fakty. Podanie sposobów preparacji i metod w czynieniu spostrzeżeń ułatwia tylko zapamiętanie zjawisk i opracowanego materiału. Ilość materiału podana w ćwiczeniach nie jest wielka, została bowiem ograniczona wymaganiami programu i chęcią autora, aby dostarczone wiadomości były łatwe do przyswojenia i ciekawe dla młodego czytelnika, będąc zarazem materiałem przewodnim w rękę nauczyciela.

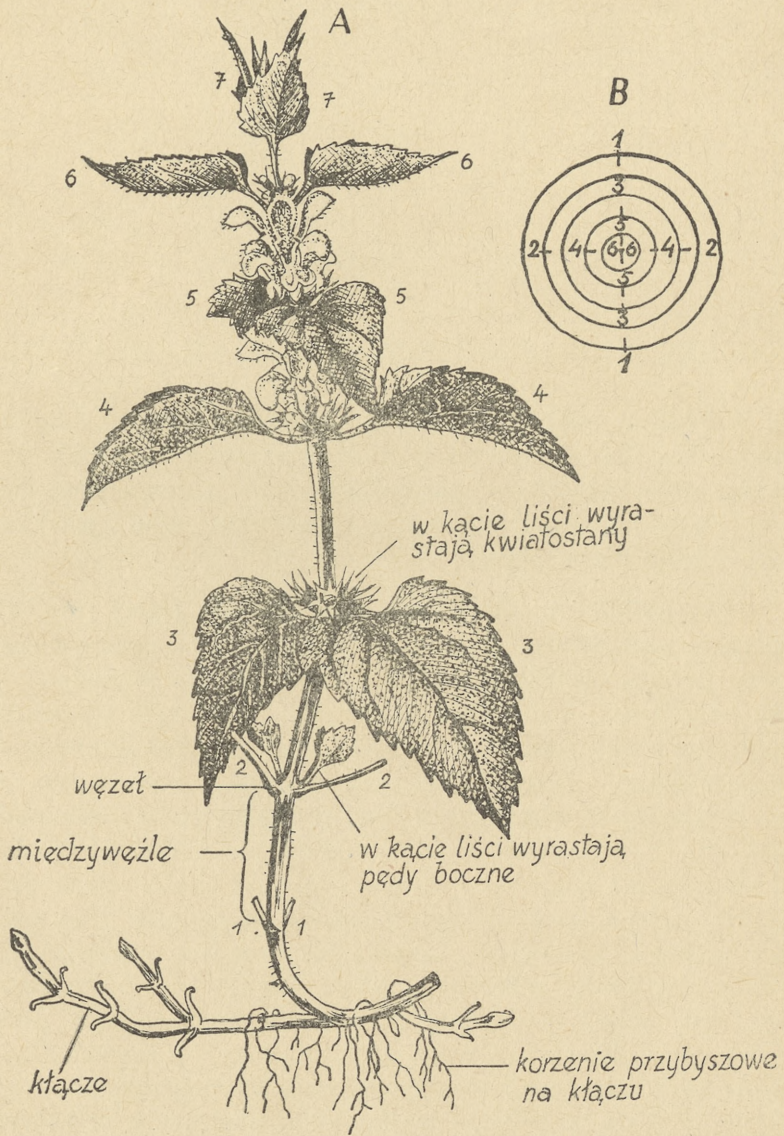
T. GORCZYŃSKI

Warszawa, dnia 1. X. 1949

I. OGÓLNE POJĘCIE O BUDOWIE ROŚLINY KWIATOWEJ

Z budową rośliny kwiatowej zapoznamy się najlepiej na przykładzie. Ze względu na łatwość otrzymania materiału wybieram dwie pospolite u nas rośliny zielne, a mianowicie jasnotę białą (*Lamium album*) i glistewnik albo jaskólcze ziele (*Chelidonium majus*).

ĆWICZENIE 1. Morfologia pędu jasnoty białej (rys. 1). Rysujemy pęd jasnoty, podobnie jak na rys. 1. Na pędzie wyróżniamy przede wszystkim łodygę i liście. Liście wyrastają po dwa na łodydze; to miejsce na łodydze, w którym wyrastają liście, nazywamy węzłem, a odcinki łodygi od węzła do węzła — międzywęzłami. Łodyga jest czworokątna; przecinamy ją i w międzywęźlu widzimy, że jest wewnątrz pusta; natomiast przecięcie w węźle wykaże, że w węzłach jest pełna. Liście dolne składają się z ogonka i blaszki liściowej (liście ogonkowe), zaś liście górne, młodsze, nie wyrosnięte są mniejsze i na krótkich ogonkach liściowych. Blaszka liściowa jest owłosiona, jajowata, ma brzegi piłkowane; przez blaszkę liściową przebiegają tzw. nerwy, przy tym zauważamy przebiegający przez środek nerw główny i od niego odchodzące nerwy boczne. Unerwienie takie nazywamy pierzastym. Jak widzieliśmy, liście wyrastają po dwa w każdym węźle; takie ulistnienie, w którym wyrasta po dwa lub więcej liści w jednym węźle, nosi nazwę ulistnienia okółkowego. Jeżeli teraz weźmiemy liście np. na



Rys. 1. A — morfologia pędu jasnoty białej; B — schemat układu liści na pędzie jasnoty białej

okółku 1, to zobaczymy, że dopiero na 3, 5, 7 okółku będą one leżały nad sobą, tak że gdybyśmy przeprowadzili nitkę przez nasady tych liści, to otrzymalibyśmy nitki przebiegające wzdłuż dwóch prostych, zwanych prostnicami. Podobnie dwie prostnice będą tworzyć liście w okółkach 2, 4 i 6. Ułożenie liści można przedstawić na kołach (jak na rys. 1 B), w których mamy zaznaczone ułożenie liści odpowiednio do ułożenia na rys. 1 A. Z tego widać, że liście u jasnoty są ułożone w czterech prostnicach, a więc w co drugim okółku krzyżują się ze sobą. Ustawiamy pęd prostopadle do twarży wierzchołkiem i widzimy, że zawdzięczając temu ułożeniu w czterech prostnicach i temu, że dolne liście są na dłuższych ogonkach i większe, jeden liść nie zasłania drugiego.

W kącie dolnych liści wyrastają pędy boczne, natomiast w górnych okółkach w kącie liści wyrastają kwiaty.

Wzniesiony ku górze pęd przechodzi u dołu w poziomy, płożący się; jest on bledszy, ma liście w kształcie łusek oraz liczne korzenie, tzw. przybyszowe; taki pęd, przeważnie rosnący pod ziemią, nosi nazwę kłącza. W postaci tego kłącza, na którym znajdują się pąki, roślina zimuje; jasnota jest rośliną zielną trwałą, czyli byliną.

ĆWICZENIE 2. Morfologia organów glistewnika (rys. 2). Glistewnik albo jaskólcze ziele (*Chelidonium majus*) jest, podobnie jak jasnota biała, rośliną u nas pospolitą; rośnie w ogrodach, przy płotach, na rumowiskach itd. Przy ukłuciu lub zerwaniu wycieka z niego gęsty pomarańczowy sok. W wykopanej z ziemi roślinie widzimy u dołu gruby korzeń z korzeniami bocznymi. Korzeń ten powstał podczas kiełkowania (u jasnoty widzieliśmy korzenie, wyrastające z pędu, zwane przybyszowymi). W dużych okazach glistewnika widzimy u dołu wiele liści, tzw. odziomkowych i wiele pędów. Do badania bierzemy i odrywamy tylko jeden pęd. Składa się on z łodygi, liści i kwiatów lub owoców. Łodyga jest nieco spłaszczona, w węzłach zgrybiała. Liście wyrastają po jednym w węźle. Takie ulistnienie nazywamy skrętoległym (u jasnoty wyrastały po dwa liście — co nazwaliśmy ulistnieniem okółkowym).

Liście u dołu posiadają ogonek pochwiasty, obejmujący łodygę; ogonek liściowy jest ze spodniej strony walcowaty, a z górnej rynienkowaty. Blaszka liściowa jest z górnej strony



Rys. 2. Morfologia organów glistewnika

żywozielona, z dolnej sinozielona; jest ona duża, pierzastosieczna, o odcinkach jajowatych okrągławych, na brzegach karbowanych, zakończona listkiem szczytowym, zwykle trójklapowym.

W kącie liści wyrastają pędy boczne. Glistewnik jest bardzo dogodnym materiałem do przestudiowania rozgałęzienia się roślin. W tym celu układamy roślinę, przerysowujemy (rys. 1) i oznaczamy kolejność pędów. Dany pęd od dołu przyjmujemy za główny (*I*). W węźle *A* pęd się rozgałęzia; chodzi więc o wyróżnienie w nim pędu głównego i bocznego. Ponieważ, jak wiemy, pęd boczny wyrasta w kącie liścia, musi zatem leżeć między pędem głównym i liściem na nim położonym. W węźle więc *A* (na naszym rysunku 2) widzimy na prawo (*AB*) pęd główny, a między nim a liściem pęd boczny drugiego rzędu (*II*). Dalej w węźle *B*, opierając się na tym samym rozumowaniu, widzimy, że pęd główny odchyła się na lewo (*BC*), a między nim i liściem leży pęd (*BD*) drugiego rzędu. W węźle *C* wreszcie widzimy, że pęd główny zakończył się kwiatostanem; również i pęd boczny drugiego rzędu, wyrastający w węźle *C*, zakończył się kwiatostanem.

Wracając do węzła *B* zobaczymy znów, jak się rozgałęzia pęd drugiego rzędu; w węźle *D* w kącie liścia wyrasta na nim pęd trzeciego rzędu (*DE*), który się kończy kwiatostanem. Jeżeli teraz weźmiemy pęd *AE*, to zobaczymy, że każde jego następne międzywęźle składa się z pędu bocznego o jeden stopień wyższego; takie rozgałęzienie, które później poznamy również u konwalii, nosi nazwę sympodialnego. Wśród roślin kwiatowych znamy dwa typy rozgałęzień pędowych, wspomniany tu typ sympodialny - wieloosiowy oraz typ monopodialny - jednoosiowy jak u świerka, gdzie pączek wierzchołkowy rozrasta się w przedłużenie pędu głównego. Cały dokładny, oparty na konkretnym przykładzie sposób rozgałęzienia mamy na rys. 2¹⁾.

¹⁾ Uczniowie każdy swój okaz podobnie przerysowują i zaznaczają następstwa pędów.

Glistewnik jest rośliną wieloletnią, zielną, a więc podobnie jak jasnota, byliną. Oglądane przez nas pędy są pędami rocznymi, które kończą się kwiatami; na jesieni pędy te giną, a roślina zimuje w postaci korzenia trwałego i pąków przyziemnych, z których w roku następnym znów rozwina się pędy roczne.

W przedstawiony powyżej sposób uczniowie przerabiają i zaznajamiają się z wieloma pospolitymi u nas roślinami.

II. KIEŁKOWANIE I ROZWÓJ ROŚLINY DWULIŚCIENNEJ

Kiełkowanie uważam za jedno z ważniejszych ćwiczeń nie tylko fizjologicznych, ale i morfologicznych; badając bowiem kiełkowanie roślin zapoznajemy się najlepiej z ich budową i rozwojem. Jako materiał przede wszystkim posłużą nam nasiona fasoli (*Phaseolus vulgaris*), poza tym nasiona grochu (*Pisum sativum*), konopi (*Cannabis sativa*), dyni (*Cucurbita pepo*), rzodkiewki (*Raphanus sativus*), słonecznika (*Helianthus annuus*) i inne.

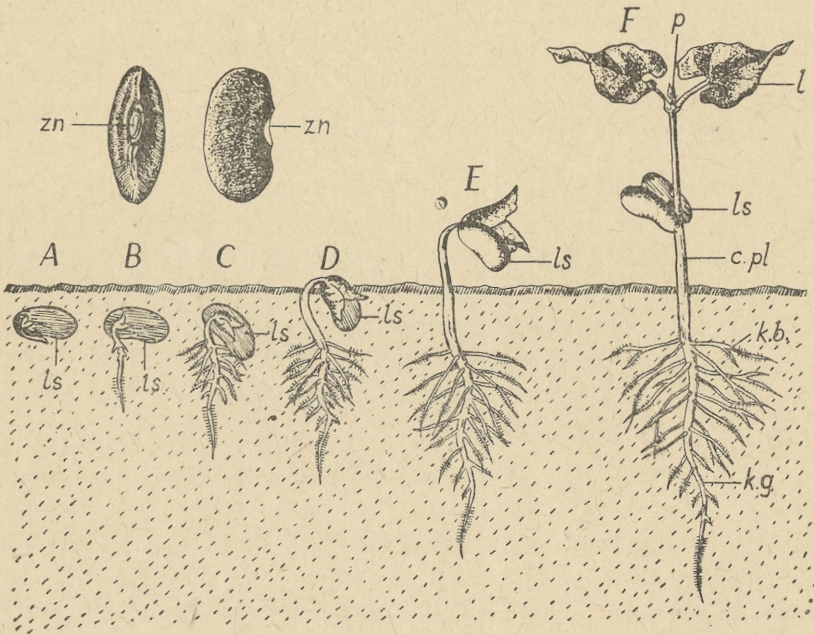
ĆWICZENIE 3 Budowa nasion fasoli (rys. 3). Zapoznajemy się i rysujemy najpierw nasiona fasoli; w tym celu najlepiej wziąć nasiona rozmoczone (trzymane przez kilka godzin w wodzie w temperaturze pokojowej). Widzimy, że nasiona są zwykle owalne, nerkowate; w jednym miejscu wydatnia się ślad po opadnięciu sznureczka, znaczek (*zn*), którym nasienie było przyłączone do łupiny owocowej. Na zewnątrz nasienie otoczone jest łupiną, którą w nasionach rozmoczonych bardzo łatwo odchylić i zdjąć¹⁾.

Pozostają wtedy dwa duże liścienie, wypukłe na zewnątrz, które odchylamy i widzimy, że są lekko wklęsłe od strony wewnętrznej; między liścieniami przy znaczkach znajduje się zgięty młody kiełek. Nasienie fasoli składa się więc z łupiny, dwóch liścieni i kiełka.

¹⁾ łupinę nasienną.

Liścienie zawierają w sobie substancje pokarmowe.

Pod lupą można zobaczyć, że kieltek, z którego powstanie przyszła roślina, składa się z drobnego korzonka i pędu; na pędzie widać dwa listki, złożone wzdłuż głównego nerwu, leżące naprzeciw siebie; jeden listek obejmuje drugi. Odrzynamy te listki, prostujemy i rysujemy pod lupą. Po oderwaniu listków zostaje nam w środku stożek wzrostu pędu.



Rys. 3. Budowa nasion i morfologia kiełkowania fasoli

ĆWICZENIE 4. Kiełkowanie nasion fasoli (rys. 3). Jeżeli rozmoczone nasiona umieścimy na wilgotnej bibule, flaneli lub w wilgotnym mechu, w naczyniu zakrytym szkłem (dla utrzymania wilgoci) i umieścimy w miejscu ciepłym, to zobaczymy, że po kilku dniach roślina zacznie kiełkować. Przez kiełkowanie rozumiemy rozwój zarodka w roślinę kosztem substancji odżywczych w nasieniu. Kilka nasion kiełkuje w świetle, kilka

umieszczamy w ciemni lub w naczyniu okrytym czarnym papierem, wreszcie kilka nasion sadzimy w doniczce w ziemi¹⁾).

Przy tym nasion do kiełkowania należy użyć więcej, gdyż nie wszystkie wykiełkują, a pewna ilość zacznie gnić; te ostatnie należy ostrożnie wyrzucić szczypcami.

a) Kiełkowanie nasion fasoli w świetle. Pod wpływem ciepła i wilgoci nasienie poczyna kiełkować; liścienie pęcznieją, kiełek poczyna pobierać pokarmy z liścieni, bardzo intensywnie oddychać i wzrastać, łupina zostaje rozciągnięta i pęka. Z nasienia zawsze pierwszy zaczyna się koło znaczka wysuwać korzonek, pokryty cienkimi włosnikami i zaczątkami korzeni bocznych (rys. 3 A, B, C); jednocześnie rozpoczynają wzrost liście na pędzie, powoli odchylają liścienie i wysuwają się na zewnątrz (D, E). Wzrastanie zarodka odbywa się kosztem substancji pokarmowych w liścieniach.

Na korzeniu widzimy u dołu część wierzchołkową (korzenia) bez włosników, później strefę z włosnikami, a dalej strefę z korzeniami bocznymi. Ażeby się przekonać, gdzie i jak odbywa się wzrost na długość korzenia, trzeba parę nasion wykiełkowanych z dobrze wykształconymi korzonkami umieścić na rozpiętej taśmie flanelowej lub gazowej, stale wilgotnej, na której wzrost mógłby odbywać się normalnie. Na korzonku rysujemy tuszem kreseczki w milimetrowych od siebie odległościach. Taki korzonek rysujemy jako wyjściowy, z dokładną datą dnia, a nawet godziny. Następnego dnia o tej samej godzinie obok poprzedniego rysujemy znowu obserwowaną roślinkę ze szczególnym uwzględnieniem korzonka. Zwracamy przy tym baczną uwagę na zaznaczenie na rysunku rzeczywistych odległości między poszczególnymi kreskami. Następnego dnia

¹⁾ Kiełkowanie roślin w nauczaniu botaniki uważam za tak ważne, a z drugiej strony tak łatwe do przeprowadzenia, że najlepiej by było, aby każdy uczeń przerobił je samodzielnie. Tam zaś, gdzie z rozmaitych względów jest to trudne do przerobienia, najlepiej, jeżeli nauczyciel przygotowuje materiał w ten sposób, że pewną ilość nasion podda kiełkowaniu na trzy tygodnie przed ćwiczeniem, a później — co trzy, cztery dni dodaje nasion rozmoczonych i w ten sposób na jednym ćwiczeniu może pokazać wszystkie stadia rozwojowe.

powtarzamy obserwacje i rysowanie. Zwraca naszą uwagę ciekawa zmiana na korzeniach. Kreski porozsuwały się dzięki wzrostowi żywych tkanek korzenia, ale nie wszędzie jednakowo. Pierwszy od wierzchołka odcinek milimetrowy prawie nie zmienił swej długości, drugi wydłużył się blisko dwukrotnie, trzeci kilkakrotnie, czwarty mniej, a piąty zupełnie słabo, następne odcinki prawie wcale się nie zmieniły. Wniosek z tej obserwacji można wyciągnąć taki, że korzeń nie we wszystkich strefach rośnie, czyli wydłuża się. Strefa wzrostu mieści się tuż nad wierzchołkiem wzrostu w granicach 2—3 milimetrów. Strefa włóśnikowa jest już w zasadzie wyrośnięta, nie wydłuża się; ma zadanie zasadnicze do spełnienia, mianowicie pobierania wody i soli mineralnych z gleby. Doświadczenie takie daje nam jasną odpowiedź na pytanie, nasuwające się podczas obserwacji kiełkujących nasion.

Po pewnym czasie otrzymujemy z nasienia roślinkę (*F*), składającą się z korzenia głównego (*kg*), korzeni bocznych (*kb*) i z pędu; pęd zaś składa się z dwóch liścieni (*ls*), u fasoli pospolitej wyrastających nad ziemią (u innego gatunku fasoli — *Phaseolus multiflorus* i u grochu liścienie pozostają w ziemi), z dwóch liści nad liścieniami (*l*) i pąka (*p*); część pędu leżąca między korzeniem i liścieniem nosi nazwę części podliścieniowej (*c*, *pl*), inaczej zwanej *hypokotylem*.

W dalszym ciągu, ale to już lepiej obserwować na okazach doniczkowych, zobaczymy, że pąk się rozwinie, że wyrosną z niego liście, ułożone skrętolegle z przylistkami i pędami bocznymi. Wzrost rośliny odbywa się dzięki komórkom twórczym wierzchołków wzrostowych, które znajdują się na szczycie każdego pędu i wierzchołka korzenia. Preparowanie jednak wierzchołka wzrostowego fasoli nie jest rzeczą łatwą; natomiast bardzo plastycznie i stosunkowo łatwo taki wierzchołek wzrostowy można otrzymać u moczarki kanadyjskiej, co będzie przedmiotem jednego z dalszych ćwiczeń.

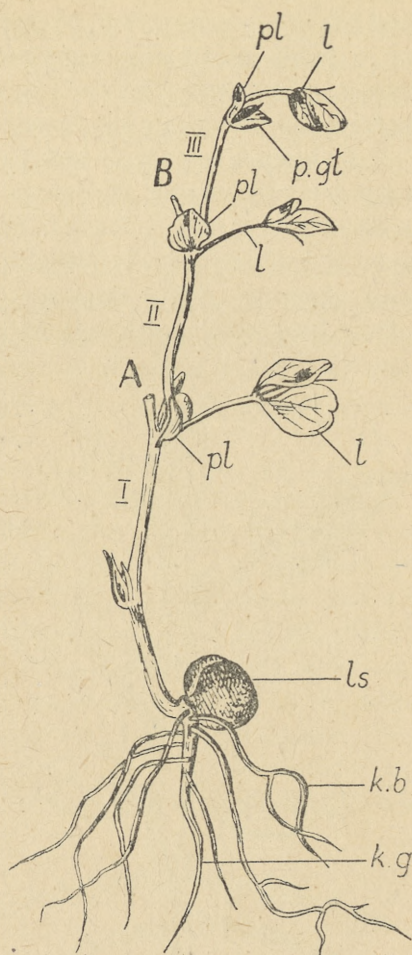
b) Kiełkowanie nasion fasoli w ciemności. Roślina otrzymana z nasienia kiełkującego w ciemności będzie się znacznie różniła od rośliny kiełkującej w świetle. Rzuci się w oczy

szybszy wzrost rośliny, barwa żółtawa liści, stosunkowo znaczna długość pędów i liście o drobnej blaszce liściowej na stosunkowo długich ogonkach. Rysujemy więc kolejno kilka stadiów rozwojowych rośliny. Rozwój rośliny kiełkującej w ciemności może się odbywać tylko kosztem substancji organicznej, zawartej w liścieniach; po wyczerpaniu tych substancji roślina dalej rozwijać się nie może i zamiera. Natomiast rośliny rozwijające się w świetle mają zieleń i mogą skutkiem tego rozwijać się kosztem substancji organicznej wytworzonej w liściach¹⁾.

ĆWICZENIE 5. Rozgałęzienie fasoli i grochu (rys. 4). Fasola hodowana w doniczce daje nam możliwość obserwowania nie tylko rozwoju rośliny, ale i rozgałęzień. Normalnie tzw. fasola tyczkowa nie rozgałęzia się prawie wcale, to znaczy pączki boczne wegetatywne

(w tej chwili nie bierzemy pod uwagę pąków kwiatowych) nie wyrastają. O tym, że istnieje związek między pędem głównym i bocznym, możemy się łatwo przekonać: utnijmy pęd główny

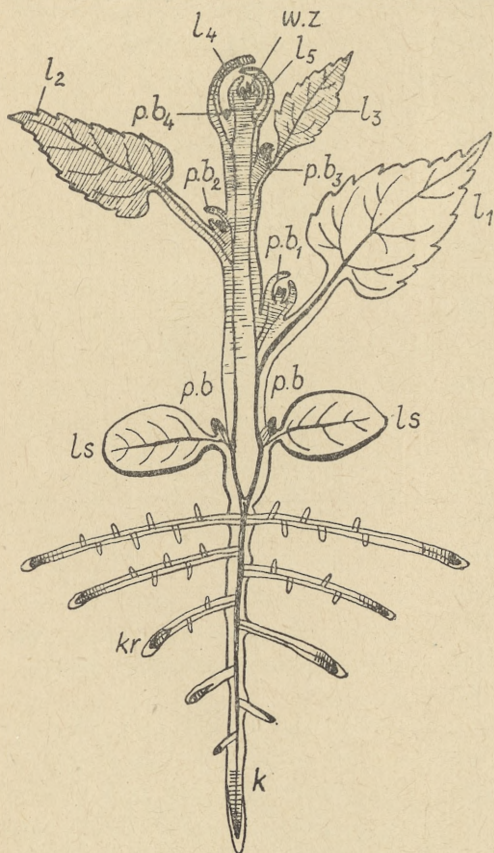
¹⁾ Zaawansowanym można polecić przeczytanie odpowiedniego ustępu (str. 155—166) z *Myśli przewodnich fizjologii roślin*, prof. dra E. Godlewskiego.



Rys. 4. Sztucznie otrzymane, tzw. sympodialne rozgałęzienie grochu

nad liściem, a zobaczymy, że pęd boczny rozwinie się. Pęd główny u fasoli działa więc hamująco na pęd boczny, który, jak widzimy, mimo wszystko posiada zdolność do rozwoju, a w obecności pędu głównego nie rozwinie się.

Ćwiczenie to jednak lepiej udaje się na grochu. (Przy sposobności przerobimy ćwiczenie porównawcze, tj. porównamy kiełkowanie grochu i fasoli). Poddajemy kiełkowaniu kilka nasion w doniczce albo w dwóch doniczkach; jedne okazy lub lepiej okazy w jednej doniczce pozostawiamy w spokoju, jako okazy kontrolne, natomiast na pozostałych robimy następujące



Rys. 5. Schemat rośliny dwuliściennej

doświadczenie: kiedy wyrośnie pęd na kilka centymetrów, obcinamy nad drugim lub trzecim liściem (w miejscu A, rysunek 4) pęd główny; po pewnym czasie zobaczymy, że pędy boczne, które normalnie przeważnie się nie rozwijają (konstatujemy to na okazach kontrolnych), po ucięciu pędu głównego rozwiną się; na tym pędzie bocznym drugiego rzędu (II) (pęd główny był pierwszego rzędu); również rozwiną się liście z pędami bocznymi trzeciego rzędu; jeżeli znów nad liściem pędu bocznego drugiego rzędu (w miejscu B) utniemy wierzchołek tego pędu,

to rozwinięciu się pędu trzeciego rzędu itd. Na tym pędzie widzimy liść (*l*) z przylistkami (*pl*) i pęd trzeciego rzędu (*p. gł.*). W ten sposób sztucznie otrzymamy rozgałęzienie sympodialne, które widzieliśmy jako naturalnie występujące u glistewnika; to rozgałęzienie sympodialne jest w przyrodzie dość częste, zwłaszcza u roślin kłączowych — poznamy je również u konwalii.

Fasola jest doskonałą rośliną do badania kiełkowania i rozwoju rośliny dwuliściennej bezbielmowej; natomiast jako przykład rośliny dwuliściennej bielmowej mogą służyć konopie. Prócz tego uczniowie mogą samodzielnie śledzić i opisywać kiełkowanie takich roślin, jak rzodkiewka, len, słonecznik, dynia i inne.

ĆWICZENIE 6. Schemat rośliny dwuliściennej (rys. 5).

Uczniowie przerysowują i dokładnie poznają się ze schematem rośliny dwuliściennej, czyli tzw. schematem Sachs'a (podał go wybitny botanik tego nazwiska). Schemat ten podany jest na rys. 5. Widzimy na nim pęd, składający się z łodygi, dwóch liścieni (*ls*) i szeregu liści (*l*) ułożonych skrętolegle¹⁾, z pędami bocznymi (*p.b*) w kącie liści; najstarsze liście są u dołu, a w miarę posuwania się ku szczytowi — coraz młodsze. Na szczycie pędu głównego, jak i pędów bocznych, znajduje się wierzchołek wzrostowy. Prócz pędu widzimy korzeń główny (*k*) i wiele korzeni bocznych.

¹⁾ Jak widzieliśmy u jasnoty, wśród roślin dwuliściennych często również występuje ulistnienie okółkowe.

III. KIELKOWANIE I ROZWÓJ ROSLINY JEDNOLIŚCIENNEJ

Za materiał do tych ćwiczeń mogą służyć przede wszystkim nasiona pszenicy (*Triticum vulgare*), następnie nasiona kukurydzy (*Zea Mays*), żyta (*Secale cereale*) lub innych; prócz tego potrzebne będą zasuszone lub świeże źdźbła pszenicy lub jakiegokolwiek innej trawy.

ĆWICZENIE 7. Budowa ziarna pszenicy (rys. 6). Oglądamy i rysujemy ziarno pszenicy; jest ono owalne z głęboką brózdą podłużną i z wyraźnie odcinającym się miejscem na lupinie, w którym znajduje się zarobek (*Az*). Dla dokładnego zbadania budowy ziarna pszenicy przetnijmy nieco rozmoczone ziarno podłużnie wzdłuż brózdy. Wtedy pod lupą możemy zobaczyć, że jest wewnątrz wypełnione białą masą, która przy zbadaniu okaże się skrobią; tylko w warstwie zewnętrznej znajduje się białko w postaci aleuronu. Ta część ziarna, w której znajdują się nagromadzone pokarmy, nosi nazwę bielma (*Bb*).

W porównaniu z bielmem zarodek zajmuje nieznaczną część ziarna; jest on skośnie ułożony do bielma i oddzielony od niego liścieniem, zwanym tarczką (*t*). Na przekroju pod silniejszym powiększeniem (pod lupą) możemy dostrzec, że zarodek pszenicy składa się, podobnie jak zarodek fasoli, z pędu

i korzonka. Pęd składa się z wielu liści (*p*), otulających wierzchołek wzrostu; korzonek jest otoczony wokół pochwą korzeniową (*p. k*)¹⁾.

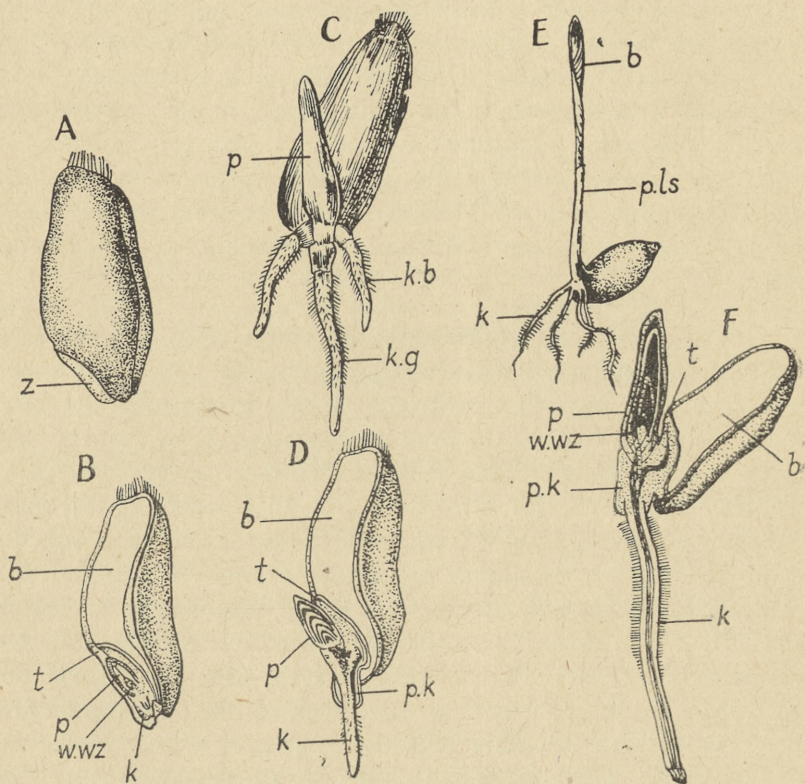
Jak widzimy, między nasionami fasoli a ziarnem pszenicy (ziarno pszenicy jest właściwie owocem) jest ta różnica, że u fasoli pokarmy były zgromadzone w liścieniach, a w ziarnach pszenicy wypełniają specjalną tkankę, zwaną bielmem. Bielmo wytwarzają również rośliny dwuliścienne, np. konopie, choć znamy też rośliny jednuliścienne o nasionach bezbielmowych, np. storczyki. Natomiast widzimy różnicę w liścieniach: u fasoli mamy dwa liścienie i, jak widzieliśmy, w nich roślina gromadziła pokarmy, natomiast u pszenicy jest tylko jeden liścień, zw. tarczka; służy on do pobierania pokarmów przez zarodek z bielma podczas kiełkowania, wytwarza bowiem substancje rozpuszczające skrobię (substancje te nazywamy enzymami).

ĆWICZENIE 8. Kiełkowanie pszenicy (rys. 6). Pszenica kiełkuje w podobnych warunkach jak fasola. Po kilku dniach zobaczymy, że korzonek rozpycha łupinę i wychodzi na zewnątrz, otoczony u góry pochwą korzeniową (*k. g*); prócz tego wyrastają korzenie boczne, każdy otoczony u góry również pochwą korzeniową (*p. k*). Nieco później wyrasta krótki stożkowaty pęd (*p*); przekrój podłużny przez kiełkujące ziarno, a głównie przez rozwijający się zarodek, pozwoli nam dojrzeć, że rozwijający się pęd składa się z wielu tutkowato zwiniętych liści (*D, F*), u których podstawy znajduje się wierzchołek wzrostowy (*w, wz*). Zewnętrzny z tych liści jest bladej, pochwiasto zrośnięty; tworzy on tzw. pochwę liściową (po łacinie *coleoptile*), która ochrania liście wewnętrzne, a przy kiełkowaniu w glebie przebija się nad ziemią, ale się nie zazieleni²⁾. Po

¹⁾ Zbadanie budowy zarodka jest rzeczą dość trudną. W ćwiczeniach tych raczej jest lepiej dać do przerysowania dobry przekrój przez nasienie (rys. 6).

²⁾ Kiełkowanie u pszenicy odbywa się kosztem substancji organicznej zawartej w bielmie; ziarno pozbawione pokarmów staje się miękkie.

pewnym czasie wewnętrzne liście intensywnie rosnąc przebijają pochwę (*E, b*), rozwijają się na zewnątrz i asymilują. Wytwarzają się z podstawy pędu korzenie przybyszowe, które dorastają do wielkości korzenia głównego; korzeń główny zanika, tak że system korzeniowy pszenicy będzie się składać przede wszystkim z korzeni przybyszowych (korzenie wiązkowe).



Rys. 6. Budowa ziarna i kiełkowanie pszenicy

Po pewnym czasie zacznie wyrastać wierzchołek wzrostowy w pęd, zwany u traw źdźbłem. Jeżeli nie da się otrzymać źdźbła z wykiełkowanych nasion, to można go dla uzupełnienia pokazać i polecić przerysować z okazów zaszuszonych. Zoba-

czymy, że źdźbło składa się z łodygi dętej (w międzywęzłach puste, a w węzłach pełnej), że w międzywęzłach wytwarzają się twarde zgrubienia, tzw. kolanka. Liście są ułożone spiralnie w dwóch prostnicach; są one długie, równowąskie, u dołu pochwiasto obejmujące łodygę w międzywęzłach; w tym miejscu, gdzie pochwa liściowa się kończy, a zaczyna blaszka liściowa, znajduje się na liściu delikatna błonka, zwana jęczyzkiem. Źdźbło rośnie nie tylko wierzchołkiem, ale również i w miejscach tuż nad węzłami, otoczonych pochwą liścia. Wzrost taki, w odróżnieniu od wzrostu szczytowego, nazywamy międzywęzłowym. Źdźbło u pszenicy zakończy się kwiatostanem, a roślina po wydaniu nasion zamiera.

Zamiast pszenicy podobnie można spowodować kielkowanie ziarn innych zbóż, jak żyta, kukurydzy, owsa.

IV. BUDOWA WIERZCHOŁKA WZROSTOWEGO

Jak widzieliśmy, na szczycie czy to głównego, czy też bocznych pędów znajduje się wierzchołek wzrostowy. Stosunkowo najłatwiej obserwować go możemy u pospolitej u nas w stawach i rzekach moczarki kanadyjskiej (*Elodea canadensis*), którą bardzo łatwo nawet zimą utrzymywać w akwarium.

ĆWICZENIE 9. Wierzchołek wzrostowy moczarki. Na pędzie moczarki widzimy liście ułożone okółkowo, a między okółkami mniej lub więcej długie międzywęzła. Na szczycie widać wiele liści gęsto obok siebie skupionych. Odrywamy taki szczyt, umieszczamy w wodzie na szkiełku podstawowym i pod lupą przy pomocy dwóch igiełek odrywamy listek za listkiem. Wreszcie spod ostatniego listka okrywającego ukaże się nam drobne, jasnozielone zakończenie, mniejsze od główki szpilki. Jest to wierzchołek wzrostowy. Taki wierzchołek wzrostowy przy pewnej wprawie można otrzymać dość łatwo¹⁾.

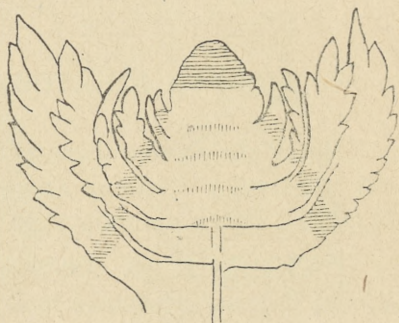
Spreparowany wierzchołek wzrostowy umieszczamy pod lupą lub mikroskopem przy najmniejszym powiększeniu i przerysowujemy go. Na szczycie ma on kształt spłaszczonego stożka, w którym doskonale widać zarysy komórek; poniżej widzi-

¹⁾ Uważam, że każdy uczeń powinien to zrobić własnoręcznie — nie należy się zniechęcać pierwszymi nieudalnymi próbami, w których przeważnie wierzchołek zostaje uszkodzony.

my wypuklinki początkowo bardzo drobne, w miarę oddalania się od wierzchołka coraz większe i powoli przechodzące w liście; z wypuklinek tych powstają liście. Każdy liść na gałązce moczarki był przedtem taką wypuklinką na wierzchołku wzrostowym.

Dokładniejsza obserwacja wykazuje nad tymi zaczątkami liści również drobne wypuklinki, z których powstaną pędy boczne, które, jak to już widzieliśmy, powstają w kącie liści; każdy z tych pędów bocznych będzie miał również podobnie zbudowany wierzchołek wzrostowy. Silniejsze powiększenie (pod mikroskopem) pozwoli nam przyjrzeć się dokładnie zarysom komórek w wierzchołku wzrostowym.

Starsze, wyrosłe liście otaczają wierzchołek wzrostowy i tworzą razem z nim pąk. W miarę wzrostu szczytu pędu wypuklinki te wystają w liście, które poczynają się od siebie odsuwać wskutek wzrostu międzywęźli i w ten sposób powstaje pęd, składający się z łodyżki, liści i pędów bocznych w kącie liści.



Rys. 7. Schematyczny przekrój stożka wzrostu pędu u rośliny dwuliściennej

V. BUDOWA NIEKTÓRYCH ROŚLIN ZIELNYCH

Materiał: główka kapusty (*Brassica oleracea*), cebulki cebuli kuchennej (*Allium cepa*), kłącza konwalii (*Convallaria majalis*) i bulwy ziemniaczane (*Solanum tuberosum*).

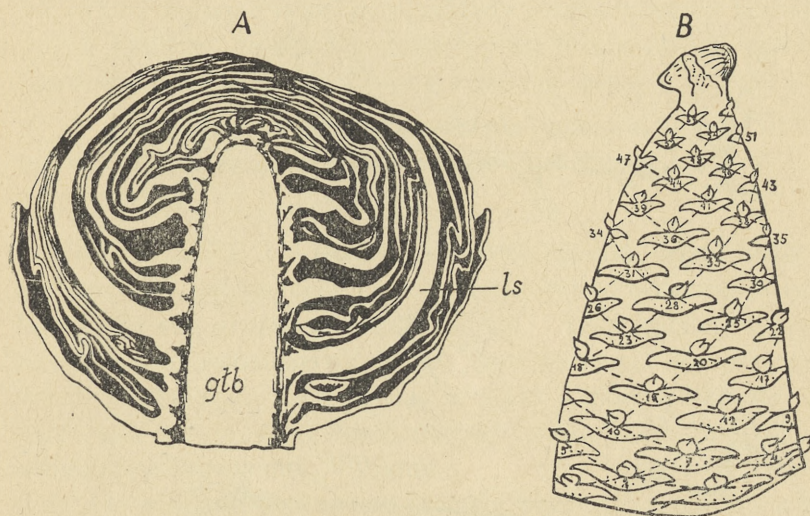
ĆWICZENIE 10. Morfologia główki kapusty (rys. 8).
Główkę kapusty otrzymać można bardzo łatwo; do ćwiczeń najlepiej użyć nie jedną, lecz dwie główki kapusty.

Jedną przecinamy wzdłuż i widzimy (rysunek 8), że w środku znajduje się krótka stożkowata łodyga, zwana głąbem (*A, glb*) oraz wiele liści (*ls*) wzajemnie się pokrywających; prócz tego tu i ówdzie widzimy przecięte pąki boczne.

Z drugiej główki kapusty powoli odrywamy liść za liściem — w kącie każdego liścia dostrzegamy wyraźny pąk boczny. Odrywane liście układamy koło siebie i co pewien czas rysujemy; widzimy, że zewnętrzne liście starsze są blade i obejmują częściowo główkę, natomiast młodsze są coraz mniejsze, bledsze, na brzegach karbowane; wreszcie dochodzimy do listków niezmiernie drobnych, które również otulają wierzchołek wzrostowy. Widzimy, że między główką kapusty a pąkiem rozpatrywanej poprzednio moczarki jest wiele podobieństwa; główka kapusty jest również pąkiem.

Prócz tego przy zdzieraniu liści możemy zrobić jeszcze jedną ciekawą obserwację, tyczącą się ułożenia liści. Widzieliśmy bowiem, np. u jasnoty, że liście są ułożone wzdłuż pewnych

prostych, zwanych prostnicami, które u wielu roślin, zwłaszcza o pędach wydłużonych, bardzo łatwo wykazać. Jednakże w główce kapusty wykazanie tych prostnic jest bardzo utrudnione. Ażeby się jednak przekonać, jak są ułożone liście kapusty, przygotujmy pewną ilość szpilek i drobnych kartek o promieniu pięciomilimetrowym z numerami (do 40) i oznaczamy kolejno oderwany liść, przyczepiając numer na szpilce pod każdym odpowiednim pakiem bocznym.



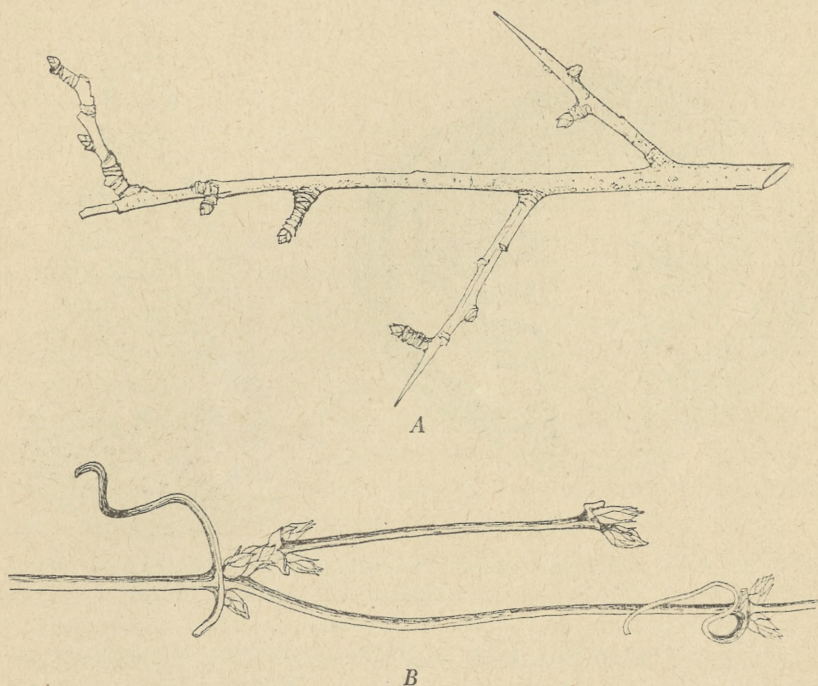
Rys. 8. A — morfologia główki kapusty; B — ulistnienie w główce kapusty

Zobaczmy wtedy (B), że liście są ułożone w pewnym porządku, który się da określić liczbowo. Możemy więc wyróżnić tzw. ukośnice i to przebiegające w prawą i w lewą stronę. Następnie widzimy, że na ukośnicach prawoskrętnych leżą liście 2, 7, 12, 17, 22 itd., a więc co piąty liść, a na ukośnicach lewoskrętnych — 4, 7, 10, a więc co trzeci liść.

Jak wiadomo, kapusta jest rośliną dwuletnią. W pierwszym roku powstaje tzw. główka, w której w liściach gromadzą się pokarmy; natomiast w drugim roku kapusta kosztem tych substancji w liściach rozwija kwiaty i wydaje owoce.

Tak więc tzw. główka kapusty jest dużym, zapasowym pękiem przetrwalnikowym, w którym w liściach zostają nagromadzone pokarmy.

Główka kapusty jest przykładem zmodyfikowanego pędu nadziemnego. Trzeba sobie przypomnieć, że u roślin kwiatowych wiele utworów jest pochodzenia pędowego. Mało zróżnicowane są różnego rodzaju pędy skrócone, których międzywęzła



Rys. 9. A — pędy skrócone i cierniste u *Crataegomespilus Dardarii*;
B — pędy roślin pnących — *Clematis alpina*

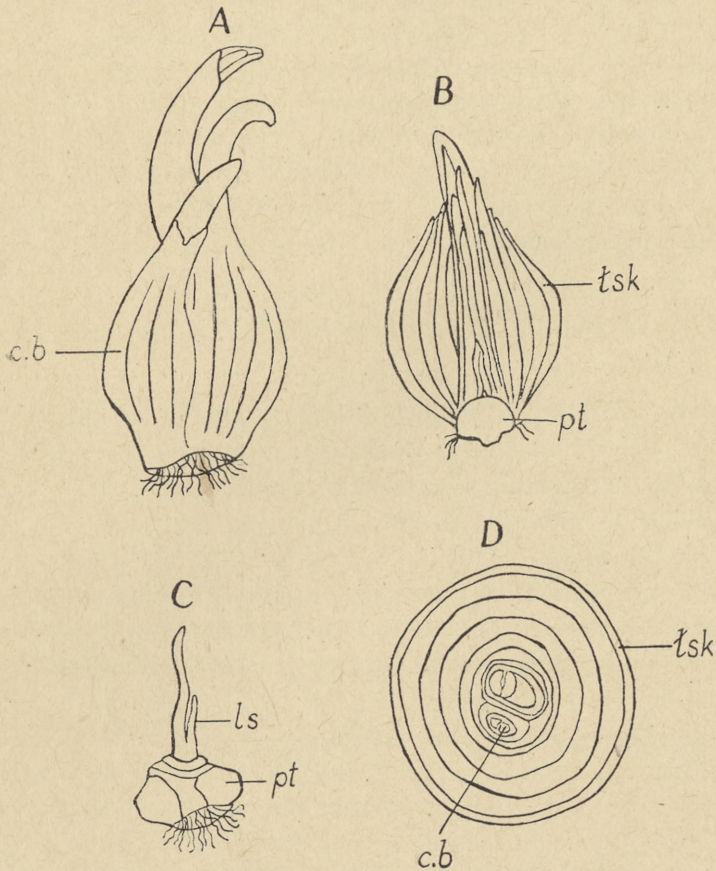
mają bardzo drobne wymiary w stosunku do międzywęzła normalnych, jak u drzew owocowych, kasztanowca i innych oraz tak jak u modrzewia, gdzie wielkość całego przyrostu rocznego nie przekracza 0,5—0,8 mm. Poza tym spotyka się też utwory pochodzenia pędowego o specjalnych kształtach, np. utwory

cierniste u głogu (*Crataegus*), wąsy i przyłgi u dzikiego wina typu *Ampelopsis* i inne. Znamy też zmiany powstałe w pędach podczas kształtowania się kwiatostanów i kwiatów. Podobne do kłaczy pod ziemią u niektórych roślin, można obserwować pędy płozące się na ziemi, które zwykle nazywają rozlogami. Zresztą wszystkie typowe pączki zimotrwałe są tylko zmienionymi pędami, przystosowanymi do przetrwania okresu niesprzyjającego wegetacji roślinnej. Przy sposobności korzystnie byłoby pokazać uczniom przykłady przekształcania pączków np. u kapusty brukselki, oraz pączki-rozmnożki u pszonki (pszonka ziarnopłon — *Ficaria ranunculoides*).

Utworów ciernistych pochodzenia pędowego nie należy mieszać z utworami pochodzenia skórkowego, jakimi są np. kolce u róży.

ĆWICZENIE 11. Budowa i rozwój cebulki cebuli kuchennej (rys. 10). Cebulki cebuli kuchennej również otrzymać bardzo łatwo. Są one gruszkowatokuliste, jajowate, mięsiste, otoczone na zewnątrz zeschniętymi brunatnymi łuskami. Po przerysowaniu z cebulką tą postępujemy tak, jak z główką kapusty. Po oderwaniu zeschniętych łusek dochodzimy do łusek mięsistych; delikatnie skalpelem przecinamy zewnętrzną łuskę i odrywamy u spodu; widzimy, że jest ona biaława, mięsista, u spodu i u góry zwięziona, w środku najgrubsza, u góry cienka, stwardniała; podobnie odrywamy drugą, trzecią i dalsze łuski; wszystkie są tak samo zbudowane jak pierwsza. Łuski te całkowicie obejmują cebulkę; tego rodzaju cebulki noszą nazwę powłóczystych (u niektórych roślin cebulkowych, np. u lillii, łuski są tarczowate, okrywają tylko część cebulki — tego rodzaju cebulki noszą nazwę szyszkowatych). Po oderwaniu kilku łusek widzimy wśród nich małą ściśniętą cebulkę (*D, c. b*). Po przerysowaniu odrywamy ją, odkładamy i dalej oddzieramy łuski; znów spostrzegamy cebulki, które również odrywamy, i odrywając łuski powoli dochodzimy do bardzo drobnych listków (*C*); przy dokładnym preparowaniu dojdziemy oczywiście do wierzchołka

wzrostowego. Po oderwaniu łusek i bocznych cebulek, prócz drobnych listków (*ls*), pozostanie krótka, płaska łodyga, zwana piętką (*pt*).



Rys. 10. Morfologia cebulki cebuli jadalnej

Po spreparowaniu i zaznajomieniu się z cebulką główną, podobnie badamy cebulki boczne; są one również otulone białawymi, lecz cienkimi łuskami i wewnątrz zawierają liście; liście te u dołu posiadają białawe pochwy, otulające wewnętrzne liście cebulek.

Dla dokładnego już zaznajomienia się z cebulką robimy jeszcze dwa jej przekroje: przekrój podłużny (*B*), na którym widzimy piętękę (*pt*), łuski i przecięte boczne cebulki, oraz przekrój poprzeczny (*D*), w którym również widzimy grube, kuliste łuski i cebulkę boczną wewnątrz (*c. b*).

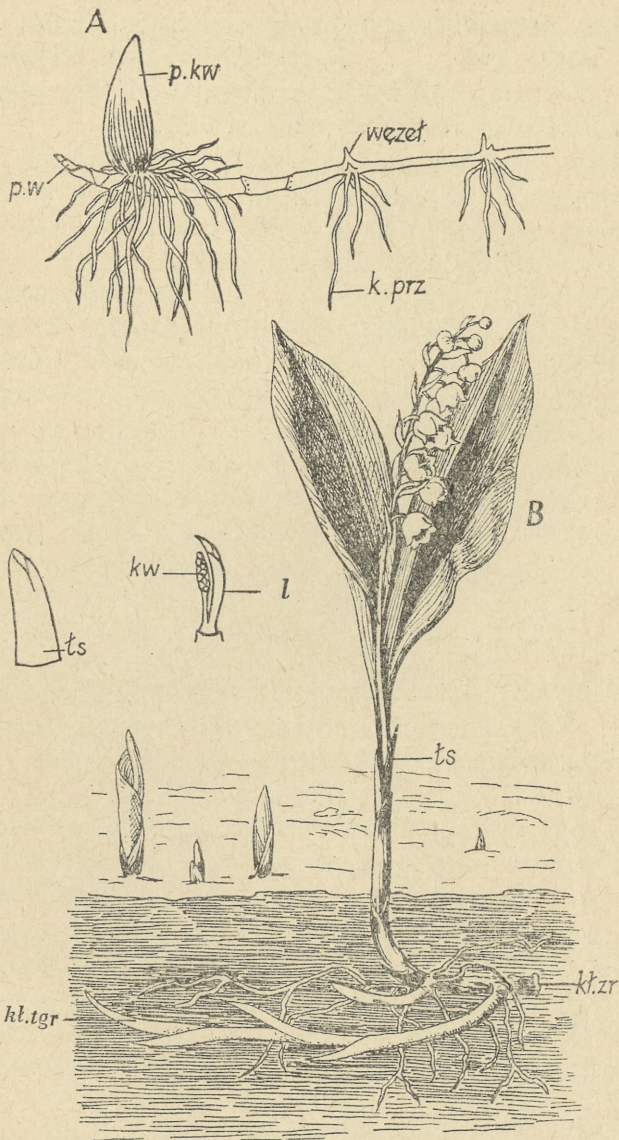
Podobnie więc jak główka kapusty, cebulka jest pakiem, składającym się ze skróconej płaskiej łodygi (piętka), łusek, w których są nagromadzone pokarmy, i cebulek bocznych.

Pędzenie cebulki wykaże nam znaczenie tych organów dla rozwoju rośliny. W tym celu umieszczamy cebulki albo podstawą w wodzie, albo w miejscu wilgotnym. Po pewnym czasie wyrosną na piętce bardzo liczne korzenie przybyszowe oraz zaczną się rozwijać cebulki boczne, często wytwarzające kwiatostany. Rozwój cebulek bocznych odbywa się kosztem substancji zawartych w łuskach zewnętrznych; toteż łuski te stają się cieńsze, brunatne i wysychają. Wyrastające liście cebulek bocznych są zielonkawe, wydłużone, z dolnej strony wypukłe, z górnej rynienkowate. Liście te asymilują i asymilaty gromadzą w pochwach liściowych, które po opadnięciu liści przekształcają się w łuski mięsiste i wytwarzają znów cebulki.

ĆWICZENIE 12. Budowa i rozwój pędów konwalii (rys. 11). Pędy konwalii z zimującymi pąkami można albo przygotować sobie jesienią i trzymać w miejscu suchym, albo też zimą można dostać u ogrodników.

Na zimujących pod ziemią pędach konwalii przede wszystkim dostrzegamy pąki i wiele korzeni przybyszowych; tam znajdujemy poziomo rosnące kłącze (*A*), przypominające korzeń, które jednak, jak zobaczymy później, wyrasta z pąka i posiada ślady po odpadłych łuskach liściowych, w kształcie obrączek. A więc kłącze jest pędem podziemnym¹⁾; ślady po odpadłych łuskach oznaczają nam węzły na pędzie. Rysujemy więc takie kłącze wraz z pąkami. Wśród pąków dostrzegamy różni-

¹⁾ Często w podręcznikach spotykamy określenie kłącza jako łodygi podziemnej. Logicznie jest to błąd, bo przecież na kłączu są również pączki i liście.



Rys. 11. Morfologia konwalii, A — konwalia zimą; B — konwalia wiosną

ce: jedne są grube, ciemne, beczułkowate, ustawione pionowo (*A, p. kw*), a drugie cieńsze, blade, poziomo w płaszczyźnie klącza ustawione (*A, p, w*). Również niejednokrotnie możemy obserwować, że te drugie pąki wyrastają na klączu w węzłach.

Rozpatrujemy jedne i drugie pąki. Bierzemy naprzód pąk grubszy (*A, p. kw*). Widzimy, że jest on, podobnie jak u cebuli, szczelnie na zewnątrz owinięty łuską, która się tylko nad szczytem rozchyła. Ostrożnie igiełką nakłuwamy pąk i staramy się rozerwać tylko łuskę zewnętrzną, po czym delikatnie oddzieramy ją u podstawy pąka i rysujemy; widzimy, że jest ona (*A, łs*) brunatna, tutkowato zrosnięta, u góry tylko rozchylna. Podobnie zdzieramy drugą, trzecią i czwartą łuskę, tak samo zbudowane; po zdjęciu ostatniej łuski wewnątrz znajdujemy (*A*) maczużkowaty jasnozielony kwiatostan (*kw*) (nie zawsze) i zwinięte żółtawozielonawe listki (*l*). Rozwijamy delikatnie igiełkami te listki, konstatujemy, że są rolkowato zwinięte, i rysujemy.

Widzimy więc, że pąki te przeważnie zawierają kwiaty, a więc są pąkami kwiatowymi; również widzimy, że listki zewnętrzne są łuskowate, inaczej zbudowane aniżeli listki wewnętrzne; te istotnie, jak zobaczymy, rozwiną się w liście asymilujące. Otóż taki pąk, w którym listki zewnętrzne są łuskowate i służą tylko do ochrony, nosi nazwę pąka okrytego; natomiast u moczarki, kapusty widzieliśmy, że liście zewnętrzne nie różnią się od wewnętrznych (jeżeli jest różnica, to tylko dlatego, że zewnętrzne są starsze, a wewnętrzne młodsze) — takie pąki nazywamy nagimi. Jeżeli mamy więcej pąków kwiatowych, to warto zrobić przekrój poprzeczny i skrawek oglądać albo pod lupą przy silniejszym powiększeniu, albo pod mikroskopem przy najslabszym powiększeniu; zobaczymy wtedy na zewnątrz zrosnięte, podobnie jak u cebuli, łuski, a w środku kwiatostan i liście asymilujące.

Rozpatrujemy teraz drugi pąk (*A, p. w*); składa się on tylko z wielu łusek zupełnie białych, obejmujących cienką deli-

katną łodyżkę; odrywamy te łuski i rysujemy; widzimy, że pąk ten nie zawiera ani liści asymilujących, ani kwiatów — jest to pąk wegetatywny.

Ażeby się przekonać o roli jednego i drugiego rodzaju pąków, najlepiej albo pędzić konwalię, co się udaje wiosną w ziemi lub w wilgotnej atmosferze, albo wyciągnąć z ziemi konwalię w okresie kwitnięcia. Jeżeli to jest niemożliwe, można pokazać uczniom okazy konwalii zasuszonej z kwiatami i pąkami.

Przyjrzyjmy się więc, jak wygląda rozwój konwalii (*B*). Wczesną wiosną liście wewnątrz pąka kwiatowego zaczynają wzrastać, rozchylają łuski, ostrym szczytem przebijają się przez ziemię i rozchylają nad ziemią dwa lub trzy duże eliptyczne liście o nerwacji łukowatorównoległej i kwiatostan o białych wonnych kwiatach; również u dołu możemy zaobserwować rozchylone łuski (*B*, *łs.*), które przedtem poznaliśmy, jako ochraniające pąk. Wzrost pąka odbywał się kosztem substancji pokarmowej w kłączu, na którym zimowały pąki (*B*, *kł. zr.*).

Jednocześnie odbywa się wzrost pąków wegetatywnych (*kł. tgr.*)¹⁾; rosną one w ziemi, międzywęzła ich wydłużają się, łuski wskutek tego odsuwają się i po pewnym czasie odpadają, pozostawiając po sobie ślady, które już widzieliśmy; również wyrastają bogato korzenie przybyszowe; pąk wegetatywny więc, jak widzimy, rozwinął się w kłącze; w kłączu tym gromadzą się pokarmy, wytwarzane w liściu i przeprowadzane do kłącza. Na jesieni na takim kłączu ujrzymy znów pąki kwiatowe i wegetatywne, natomiast pędy powstałe z pąków kwiatowych po wydaniu owoców zamierają. Podczas gdy kłącze utrzymuje roślinę stale pod ziemią, pędy nadziemne są tylko jednoroczne. Z pąka wegetatywnego powstały pędy zimujące.. takie, jakie rozpatrywaliśmy na początku ćwiczenia.

W ten sposób widzimy, że konwalia wiezie, jeżeli tak się można wyrazić, życie podwójne: jedno podziemne w postaci pę-

¹⁾ *Kł. tgr.* oznacza na rysunku kłącze tegoroczne, podczas gdy *kł. zr.* — kłącze poprzedniego roku.

dów trwałych, a drugie nadziemne w postaci pędów rocznych (jeden okres wegetacji) z liśćmi i kwiatami.

Wreszcie widzimy, że coroczne kłącze kończy się pękiem kwiatowym, natomiast pęk wegetatywny jest pękiem bocznym; w następnym roku pęk boczny wegetatywny wyrośnie w kłącze i znów zakończy się pękiem kwiatowym, a prócz tego wyrosną na nim pąki boczne wegetatywne i tak dalej. W ten sposób, podobnie jak to sztucznie robiliśmy u grochu, otrzymujemy zupełnie naturalne rozgałęzienie sympodialne.

Oprócz konwalii to ćwiczenie można przeprowadzić podobnie na zawilcu (*Anemone nemorosa*) lub kokoryczce (*Polygonatum multiflorum*).

ĆWICZENIE 13. Morfologia bulwy ziemniaka. Przerysowujemy bulwy ziemniaczane—widzimy w nich wiele tzw. oczek. Po umieszczeniu bulwy w miejscu ciepłym i wilgotnym zobaczymy, że z tych oczek wyrosną pędy. Oczka więc są pąkami bocznymi wyrastającymi w węzłach, a cała bulwa ziemniaczana jest pędem podziemnym. Bulwa ziemniaczana jest pędem podziemnym, w którym są nagromadzone substancje pokarmowe oraz znajdują się pąki boczne w postaci tzw. oczek.

Przy rozwoju ziemniaka z oczek na bulwie rozwijają się pędy ziemniaczane, których dolne pędy boczne wrastają w ziemię i dają początek nowym bulwom. Ziemniak jest również rośliną wieloletnią zielną, a więc byliną.

Ćwiczenia z bulwami ziemniaka trzeba przeprowadzić w ten sposób, aby uczniowie zobaczyli i zrozumieli sposób powstawania bulw. W tym celu nie wystarczy opracować całkowicie już wykształconych utworów, lecz najlepiej pokazać cały krzak ziemniaka z pędami nadziemnymi — nacią albo łętami ziemniaczanymi i bulwami w różnych stadiach rozwojowych, a te łatwo znaleźć można na każdej roślinie delikatnie wydobytej z ziemi (aby nie poobrywać większych bulw). Zaczynamy obserwację od pędów podziemnych, których wierzchołki są prawie całkowicie niezdeformowane i cienkie. Potem stopniowo oglądamy

i rysujemy pęcznienie wierzchołka pędu (w miarę odkładania się w tkankach substancji zapasowych, w tym wypadku ziarn skrobi) oraz tworzenie się i rozmieszczenie pączków — oczek na pędzie. Bulwa tworzy się jedynie z wierzchołka pędu i nie ma stopniowego przejścia od pędu podziemnego, normalnego, cienkiego, do bulwy zgrubiałej—tylko ostra granica. W tym miejscu zazwyczaj następuje odrywanie się bulwy od pędu. Bulwy pochodzenia pędowego gromadzące pokarmy znamy i użytkujemy u wielu roślin egzotycznych. W Polsce dość pospolity jest słonecznik bulwiasty (*Helianthus tuberosus*), na którym można by też takie ćwiczenie przerobić.

VI. BUDOWA I ROZWÓJ PĄKÓW DRZEW LIŚCIASTYCH

Materiał główny: bez lilak (*Syringa vulgaris*), kasztanowiec (*Aesculus hippocastanum*), buk (*Fagus sylvatica*). Prócz tego topola (*Populus*), lipa (*Tilia*), jesion (*Fraxinus*) i inne.

ĆWICZENIE 14. Morfologia pędów lilaka. Rozpatrywanie pąków zaczniemy od pospolitego u nas w ogrodach bzu perskiego, zwanego również lilakiem. W tym celu bierzemy zimą gałązkę i oglądamy; widzimy na niej pąki, wyrastające po dwa z węzła; każdy taki pąk wyrósł w kącie liścia, ulistnienie więc jest u lilaka okółkowe; również i na pąku widzimy listki, ułożone po dwa i, jak łatwo spostrzec, w czterech prostnicach. Zapoznajmy się z budową pąka; w tym celu przy pomocy igiełek odrywamy liść za liściem, układamy je kolejno i co pewien czas rysujemy, jak na rys. 12; widzimy, że zewnętrzne listki są łuskowate, twarde, jajowate, a wewnętrzne delikatniejsze, z wyróżnicowaniem na blaszkę i ogonek liściowy; w środku pąka może się okazać kwiatostan.

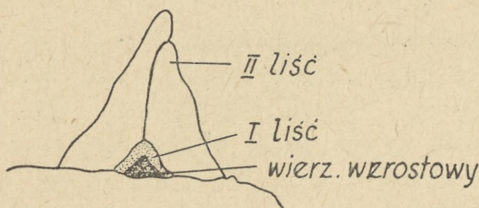
Pąki bzu lilaka mają więc inaczej zbudowane liście zewnętrzne (łuskowate, twarde) i wewnętrzne (które się rozwijają wiosną w liście asymilujące). Pąk bzu lilaka, podobnie jak pąk konwalii, jest okryty. Prawie wszystkie nasze drzewa mają pąki okryte, podczas gdy u większości drzew w obszarach tropikalnych pąki są nagie.

Jeżeli teraz na naszym bzie lilaku będziemy badali jeszcze inne pąki, to się okaże, że w środku będą tylko listki, coraz mniejsze, a nie będzie kwiatostanu. Zresztą możemy od razu trafić na takie pąki. Otóż takie pąki noszą nazwę wegetatywnych; w pąkach wegetatywnych możemy przy pomocy lupy, podobnie jak u moczarki, wypreparować wierzchołek wzrostowy (rys. 13). (Ćwiczenie to jednak nie jest łatwe; należy je polecić tylko uczniom starszym, samodzielniejszym).



Rys. 12. Przejsie od łusek do liści bzu lilaka

Jeżeli taką gałązkę gdzieś w styczniu lub lutym przeniesiemy w ciepłe miejsce i umieścimy w naczyniu z letnią wodą, to zobaczymy, że po pewnym czasie łuski się odchyłają i pąki zaczną się rozwijać; wtedy oczywiście wyraźnie zarysują się różnice między pąkami kwiatowymi i wegetatywnymi¹⁾.



Rys. 13. Wierzchołek wzrostowy bzu lilaka

Wiosną będzie można znów pokazać powstałe z pąków pędy kwiatowe i wegetatywne. Ujrzymy wtedy liście ogonkowe, okółkowo ułożone i już w maju założone pąki, przy pomocy których roślina przetrzymuje.

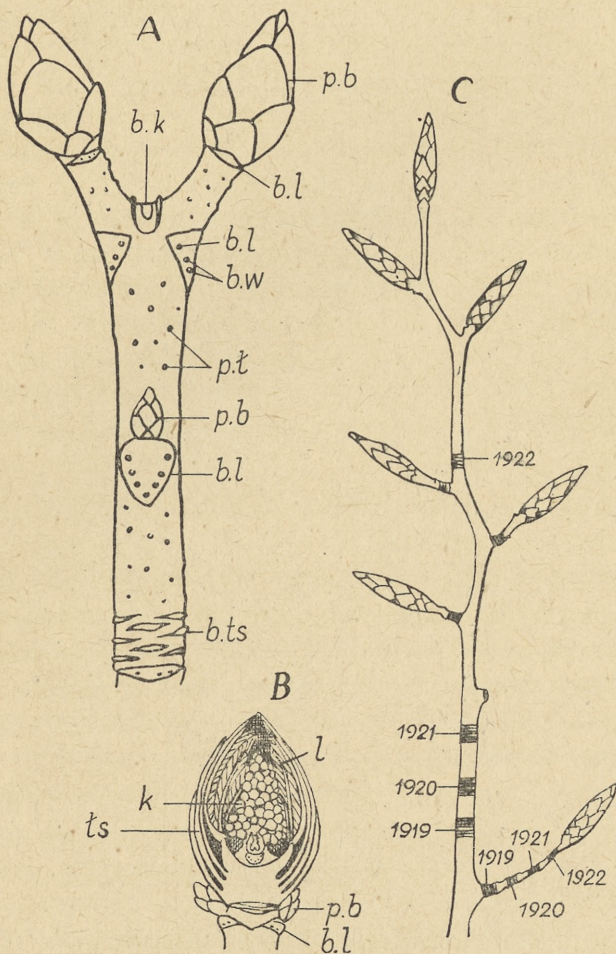
ĆWICZENIE 15. Budowa pąków kasztanowca. (Rys. 14A). Bardzo plastycznie jest zbudowany pąk pospolitego u nas

¹⁾ Jeżeli uczniowie nie przerabiają ćwiczeń samodzielnie, lecz tylko w dniach określonych przerysowują materiał, najlepiej jest na jakie trzy tygodnie przed ćwiczeniem umieścić gałązki w wodzie, a wtedy na ćwiczeniach można będzie rysować nie tylko budowę, lecz i rozwój pąków.

kasztanowca. Postaramy się znaleźć i odrysować gałązkę taką, jaką mamy na rys. 14 A. Poniżej szczytu gałązki, w odległości kilkunastu do kilkadziesiątu cm widzimy na korze wyraźny pierścień (*b. ls*); dokładniejsze zbadanie wykazuje nam, że pierścień ten jest utworzony z blizn po odpadłych zeszłorocznych łuskach — w tym miejscu bowiem w roku poprzednim był pąk, z którego rozwinął się cały pęd powyżej owego pierścienia; dalej ku szczytowi widzimy tarczowate blizny (*b. l*) z siedmioma (lub mniej) punktami, ułożonymi w podkowę; nad bliznami wyrastają drobne pąki; blizny te są śladami po odpadłych zeszłorocznych liściach, a punkty na nich to ślady wiązek przewodzących. Według owych blizn możemy się przekonać, że ulistnienie u kasztanowca jest okółkowe (po dwa liście w okółku) i podobnie jak u jasnoty białej lub u lilaka w czterech prostnicach. Gałązka, którą mamy przedstawić na rysunku, była w roku zeszłym zakończona kwiatostanem, po którym została blizna na szczycie (*b. k*) — pąki więc nie są pędami szczytowymi (szczytowy był kwiatostanem), ale bocznymi; na innych gałązkach natomiast możemy znaleźć jeden pąk szczytowy.

Widzimy, że i łuski na pąku są ułożone okółkowo, w czterech prostnicach i podobnie jak u lilaka ściśle do siebie przylegają; łuski te są oblepione żywicą. Przystępujemy do preparowania pąka, podobnie jak u bzu lilaka; zewnętrzne łuski są brunatne, następne u spodu zielone u góry brunatne, natomiast wewnętrzne są zielone. Po oderwaniu łusek w środku zostaje śnieżny stożek, który odrysowujemy, następnie u góry naciskamy palcem ten stożek i odrywamy zewnętrzne jego płatki; rozpatrujemy je pod lupą, ostrożnie rozchylamy i widzimy, że są to liście, otulone szczelnie białym kożuszkiem włosków. Dłoniaste liście u kasztanowca są złożone listkami w harmonijkę wzdłuż głównych nerwów. W środku pąka po oderwaniu listków zostaje się tylko kwiatostan, który odrysowujemy. Dla dokładniejszego poznania pąka robimy jeszcze przez niego przekrój podłużny (rys. 14B) i poprzeczny.

Widzimy więc, że u kasztanowca pąk na zewnątrz jest również otulony łuskami, a prócz tego jeszcze oblepiony żywicą; w środku zaś pąka znajduje się kwiatostan. Dany pąk jest więc okryty i kwiatowy. Jeżeli jednak będziemy badać inne pąki, to się okaże, że nie we wszystkich będą kwiatostany; takie pąki bez kwiatostanów (oczywiście również okryte) będą wegeta-



Rys. 14. A — morfologia pąków i gałązki rocznej kasztanowca; B — przekrój przez pąk kwiatowy kasztanowca; C — morfologia pąków i gałązki pięcioletniej buka

tywne. Pąk taki wiosną pod wpływem ciepła rozchyli łuski, które odpadną, i powoli rozwinie liście, ewentualnie, jeżeli jest pąkiem kwiatowym—również i kwiaty. Cały pąk więc wyrośnie w pęd, a długość tego przyrostu będziemy mogli łatwo obliczyć podług pierścienia z blizn po odpadłych łuskach. W ten sposób corocznie promień korony drzewa zwiększa się o przeciętną długość wyrosłego z pąka pędu. Jednocześnie podług owych pierścieni możemy obliczyć, ile lat ma dana gałązka. Oglądając jednak rozmaite gałązki zauważymy, że na niektórych gałązkach te przyrosty są bardzo małe, tak że pierścienie po odpadłych łuskach leżą tuż przy sobie. Tego rodzaju pędy noszą nazwę pędów skróconych w odróżnieniu od pędów wyrastających — wydłużonych.

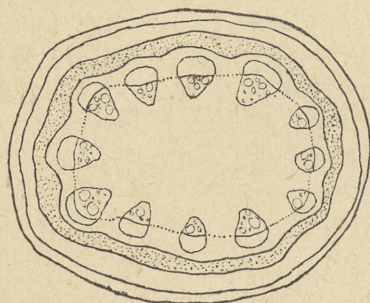
ĆWICZENIE 16. Budowa gałązki buka (rys. 14C). Doskonałym materiałem do rozpoznania wieku gałązki i odróżnienia pędów skróconych i wydłużonych stanowi buk (*Fagus sylvatica*). Co prawda, buk dziko w całej Polsce nie rośnie (brak go na przykład w okolicach Warszawy), ale spotyka się go w ogrodach i parkach.

Obserwacje gałązki, opis i rysunek zostały wykonane przez J. Kołodziejczyka w 1923 r.

Na odtworzonej na rys. 14 C¹⁾ gałązce buka, zerwanej zimą 1923 roku, widzimy na wierzchołku pąk szczytowy, a poniżej dwa pąki boczne; jeszcze niżej spostrzegamy pierścień po odpadłych łuskach, w którym zimą 1922 r. znajdował się pąk, a który w lecie 1923 r. wyrósł w pęd; jednocześnie i pąki boczne na pędzie z 1922 r. rozwinęły się nieco i na nich również widać pierścienie blizn po odpadłych łuskach; gałązka ta (od 1921 — 1922 r.) wyrosła znów w r. 1922; dalej stwierdzamy, że w 1921, 1920, 1919 roku były przyrosty bardzo słabe. Opierając się więc na owych pierścieniach możemy określić, że gałązka ma pięć lat. Również widzimy, że i pęd boczny u dołu na gałązce z roku 1919 wzrastał, ale przyrosty roczne są tak małe, że pierścienie niemal się stykają — tego rodzaju pędy noszą nazwę

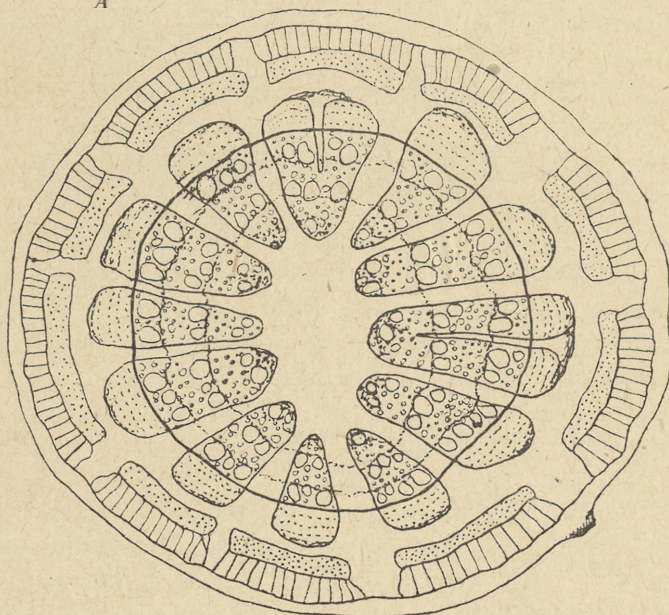
¹⁾ Obserwacje gałązki, opis i rysunek zostały wykonane przez J. Kołodziejczyka w 1923 r.

skróconych, widzimy jednak, że i gałązka od 1919 do 1921 roku miała tendencję do wytwarzania pędów skróconych, a później już wyrastała jako pęd wydłużony. Zaznajomiwszy się na tym przykładzie z obliczaniem lat gałązek oglądamy i rysujemy inne gałązki w ten sam sposób, oznaczając na nich lata ¹⁾ i wyróżniając pędy skrócone i wydłużone.



A

Rys. 15. A — budowa wewnętrzna rocznej gałązki kokornaku; B — budowa wewnętrzna trzyletniej gałązki kokornaku



B

¹⁾ Jest to doskonale samodzielne ćwiczenie w szkole; każdy uczeń może mieć inną gałązkę i na niej robić obserwacje.

Powstawanie nowych przyrostów rocznych jest związane nie tylko ze zmianami zewnętrznymi na pędach, ale wpływa bardzo znacznie na zmiany wewnętrzne w budowie np. łodygi u roślin trwałych krzewiastych lub drzewiastych. Wzrost na grubość powoduje tu tkanka twórcza, zwana miazgą. Miazga znajduje się między łykiem a drewnem badanej gałązki. Miazga twórcza wytwarza wczesną wiosną inne elementy (komórki drewna), a latem inne: dlatego powstaje drewno złożone ze słoï — pierścieni przyrostów rocznych. Na przekroju pnia sosny lub dębu łatwo odczytamy wiek rośliny. Nie tylko wiek, ale i warunki, w jakich rosło drzewo w różnych okresach, można odczytać, porównyując charakter i szerokość przyrostów. Początkowe fazy przyrastania na grubość widać dobrze na rys. 15.

Przy sposobności analizujemy pąki i również na zewnątrz widzimy łuski (są to przekształcone przylistki) oraz listki z przylistkami w środku; listki te są złożone nie tylko wzdłuż środkowego nerwu, ale również i wzdłuż nerwów bocznych (rys. 16 B).

Następnie oglądamy i rysujemy zasuszone gałązki ulistnione albo czekamy do wiosny, gdy gałązki się rozwijają; widzimy, że zawdzięczając pędowi skróconym i wydłużonym liście są tak ułożone na gałązce, iż jeden drugiego nie zasłania.

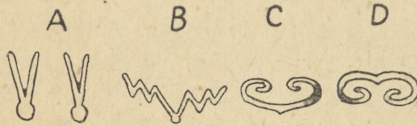
Rozpatrzyliśmy kilka najbardziej typowych i najłatwiejszych do oglądania pąków. Można by przy tym albo urządzić zimą wycieczkę do parku dla obejrzenia pąków, albo też zebrać gałązki pospolitych u nas drzew parkowych, owocowych i prze-rysować je.

Poza tym uczniom bardziej zaawansowanym można dać kilka ćwiczeń samodzielnych.

ĆWICZENIE 17. Jak są ułożone liście w pąku? (rys. 16 i 17). Stwierdziliśmy, że u bzu lilaka liście w pąku nie były zwinięte, ale płasko pokrywały się; u buka widzieliśmy, że są zwinięte wzdłuż głównego i bocznych nerwów (rys. 16 B); ba-

damy następnie pąki lipy i widzimy, że liście są złożone wzdłuż głównego nerwu (rys. 16 A), u wierzby zwinięte jak na rys. 16 D, a u topoli — jak na rys. 16 C.

Z przekrojów poprzecznych i skrawków mikroskopowych najłatwiej zrobić przekrój przez lipę (rys. 18) i topolę (rys 17).



Rys. 16. Różne ułożenie liści w pąkach

Dość duże pęczki wymienionych roślin drzewiastych łatwo zbadać na przekrojach poprzecznych, wykonanych w środkowej strefie pęczka. Spory skrawek można z powodzeniem obejrzeć i wyrysować spod lupy 8 × (ośmiokrotnie powiększ.). Poza wymienionymi już przykładami pęczków można zwrócić uwagę na pąki olszy i brzozy, które mają liście dwukrotnie złożone: blaszka liściowa



Rys. 17. Przekrój przez pąk topoli



Rys. 18. Przekrój przez pąk lipy

jest harmonijkowato złożona wzdłuż nerwów bocznych i te razem już są złożone wzdłuż nerwu głównego. Ciekawym przypadkiem jest budowa pęczsiona pospolitego ka liściowego u je-

(*Fraxinus excelsior*). Liście złożone tej rośliny układają się według ogólnego schematu jak u brzozy, ale poszczególne odcinki blaszki liściowej są od siebie izolowane, odpowiadając złożonym wzdłuż nerwów bocznych poszczególnym listkom i ich układowi w stosunku do nerwu głównego. W budowie pęczków znajdujemy poza młodymi listkami jeszcze i przylistki, które nieraz są tak duże jak liście, tylko zazwyczaj nie są tak charakterystycznie złożone. Porównać trzeba tu przekroje pęczków lipy i topoli.

U lipy widzimy liście zwinięte, jak na rys. 5, a obok tego przylistki; również i u topoli widzimy zwinięte liście, a obok przylistki

ĆWICZENIE 18. Jakiej natury są łuski ochraniające pąki; czy są to przeobrażone liście, czy też ich części, jak np. podstawy liścia lub przylistki. Już u bzu lilaka widzieliśmy, że łuski są to przekształcone liście, natomiast u buka, lipy, topoli — przylistki. U niektórych zaś roślin, jak np. u klona, kasztanowca, jesiona, są to przekształcone ogonki liściowe. Najlepiej to widać wiosną, kiedy pękają pąki u jesiona. Możemy wtedy obserwować przejścia od łusek, przez łuski z drobną blaszką liściową na szczycie, aż do liści. To porównanie wykaże nam, że łuska jest przekształconym ogonkiem liściowym. Jeżeli można dostać jesienią gałązki platana (*Platanus*), to warto zobaczyć, jak pączki zimowe są ukryte w wyżłobieniu ogonków liściowych.

Prócz tego z morfologii pąków warto również pędzić pąki— do tego nadają się, prócz wymienionego bzu i kasztanowca, wierzba, lipa i topola. Wystarczy w lutym lub w marcu ustawić gałązki w wodzie pokojowej, aby po pewnym czasie otrzymać rozwinięte gałązki. Uczniowie notują i rysują stadia rozwojowe.

W związku z powyższym albo zupełnie oddzielnie można zorganizować ćwiczenie z morfologii liścia.

Ćwiczenie takie można by przeprowadzić w dwóch etapach:

W pierwszym — zwrócić uwagę na kształty zewnętrzne liści normalnych iglastych, dwuliściennych i jednoliściennych, w drugim — zaznajomić uczniów z typami liści zmetamorfizowanych.

W tym drugim etapie szczególnie dobrze można zwrócić uczniom uwagę na wpływ warunków zewnętrznych na kształtowanie się blaszki liściowej i całego liścia oraz na zmiany kształtu liścia w zależności od czynności, jakie spełnia w danym organizmie.

Oto ciekawe przykłady dla grupy pierwszej: typowe kształty blaszek i unerwienie liści różnych grup roślin kwiatowych (rys. 19).

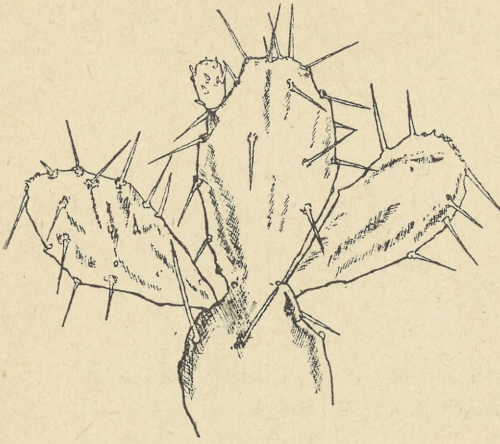
Przy sposobności można zwrócić uwagę na metamorfozę liści w organach kwiatowych oraz metamorfozę części liści — np. organy czepne, pochwy otaczające łodygę itp. (rys. 20 i 21).



Rys. 19. *A* — kształt liścia i unerwienie jednoliściennych (konwalia);
B — kształt liścia i unerwienie dwuliściennych (wierzba iwa); *C* —
 kształt liścia traw



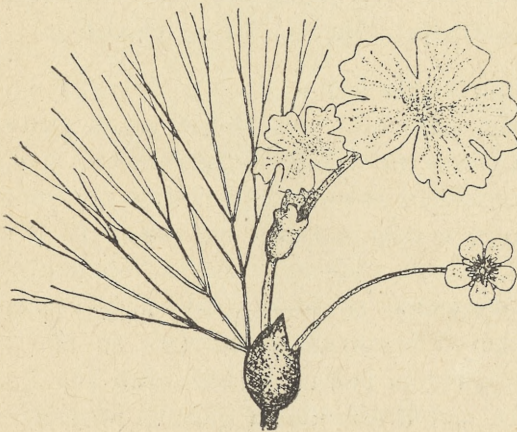
Rys. 20. *a* — groch. Organy czepne — wąsy pochodzenia liściowego;
b — pochwa obejmująca kołnierzykowato łodygę nad węzłem u rdesto-
 watych



a



b



c

Rys. 21. a — liście kolczaste opuncji; b — liść pochwiasty kwiatostanu obrazka plamistego; c — liście wodne i powietrzne jaskra wodnego

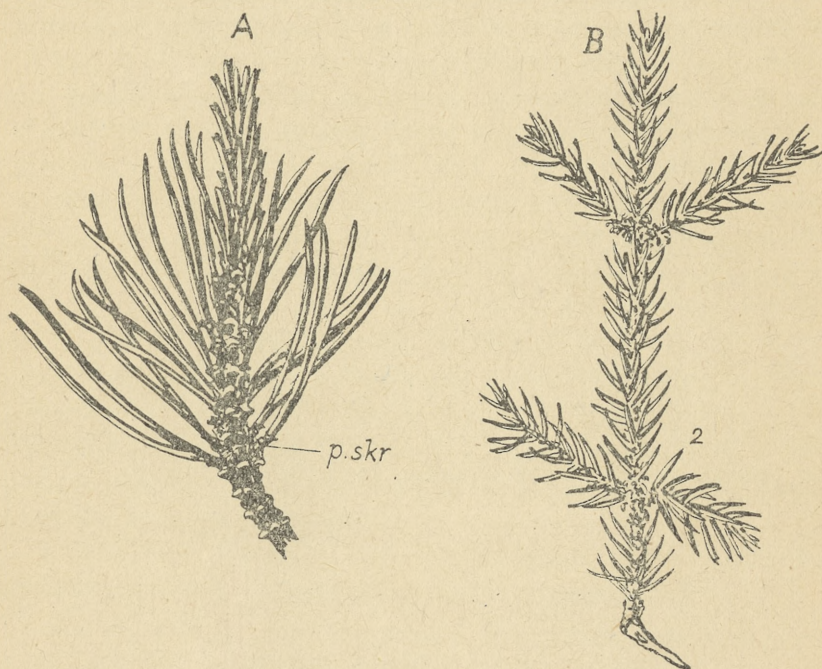
VII. BUDOWA PĘDÓW WEGETATYWNYCH DRZEW IGLASTYCH

Materiał: przede wszystkim gałązki sosny (*Pinus silvestris*) i świerka (*Picea excelsa*); prócz tego może być użyty modrzew (*Larix*), jodła (*Abies pectinata*) lub cis (*Taxus baccata*).

ĆWICZENIE 19. Morfologia pędów sosny (rys. 22 A).

Rysujemy gałązkę sosny pospolitej. Na pędzie widać gęsto ustawione liście po dwa; liście są wydłużone w kształcie igieł, z zewnętrznej strony wypukłe, z wewnętrznej płaskie, skręcone wokół swej osi; prócz tego u dołu znajduje się pewna (5—7) ilość drobnych liści łuskowatych, zlepionych żywicą, obejmujących rurkowato igły. Wszystkie te liście (asymilujące igły i łuski) wyrastają na pędach bocznych, skróconych (*p. skr.*). Te pędy skrócone znajdują się na pędach wydłużonych (na rysunku naszym cały pęd). Jeżeli więc naszą gałązkę przyjmie-
my za pęd n -rzędu, to igły wyrastają na pędach skróconych $n + 1$. Prócz tego widać, że pędy skrócone są ułożone skręto-
legle (ulistnienie u sosny skrętoległe). Późną jesienią lub zimą na szczycie młodych sosen zauważamy paki zimujące: jeden główny wierzchołkowy i pozostałe boczne. Przy zbadaniu tych paków widać, że w nich znajduje się wiele pędów bocznych, które muszą przy wzroście pędu głównego dać nam pędy skrócone.

Pąk wierzchołkowy daje pionowe przedłużenie pędu, a pączki rozrastają się w rozgałęzienie boczne. W ten sposób corocznie powstaje taki okólek gałęzi — jak gdyby piętro przyrostu rocznego. U młodych osobników można po ilości tych pięter obliczyć lata. Na starszych drzewach, szczególnie u sosen rosnących w zwarciu, gałązki dolne obumierają, pozostaje tylko szczytowa korona. Ślady po gałązkach prędko zarastają



Rys. 22. A — budowa pędów sosny; B — budowa pędów świerka

i kora sosny starszej nieraz na kilkadziesiąt metrów pnia nie wykazuje zewnątrz śladów struktury pięterowej. Im gładszy i wyższy jest pień sosny, tym ciemniejsze drewno i wartościowszy materiał. U modrzewia liście — igły układają się w dwojaki sposób. Na gałązkach wyrosłych z tegorocznych pączków igły są osadzone pojedynczo skrętolegle. Na gałązkach starszych widzimy pędy skrócone w postaci niewielkich sęczków. Na tych

pędach skróconych występuje kilkadziesiąt igieł o układzie skrętoległym. Igieły te opadają na zimę w odróżnieniu od igieł sosny, których żywot liczy się na kilka lat (4—5). Modrzew nie daje tak wyraźnych okółków — pięter jak sosna i inne drzewa iglaste, tak że trudno jest obliczyć wiek modrzewia nawet na młodych drzewkach.

ĆWICZENIE 20. Morfologia pędów świerka (rys. 22 B).

W odróżnieniu od sosny widzimy, że u świerka liście wyrastają pojedynczo na pędach wydłużonych. Liście są również w kształcie igieł, czworoboczne w przekroju, spiczaste, osadzone na poduszczykach, wystających ponad poziom gałązek. Ulistnienie jest również skrętoległe. Pąki boczne przeważnie wyrastają tylko w kącie górnych liści. Pąki te zimą, na zewnątrz są otulone łuskami, wiosną się rozwijają i dadzą nam nowe pędy roczne (rys. 22 B). Podług tych przyrostów można do pewnego stopnia obliczyć wiek gałązki.

Podobnie również można przerobić na ćwiczeniach jodłę (liście trwale równowąskie, na spodzie z dwoma białymi podłużnymi paskami, płaskie, ustawione dwustronnie również na pędach wydłużonych) i cis (liście również dwustronnie ustawione na pędach wydłużonych, płaskie, miękkie, nieklujące).

VIII. MORFOLOGIA KORZENIA

ĆWICZENIE 21. Morfologia korzenia. Do ćwiczeń można przygotować wykiełkowaną fasolę i pszenicę; na tych przykładach można w najogólniejszej formie przedstawić dwa odrębne typy systemów korzeniowych, spotykanych u roślin dwuliściennych (fasola) i jednoliściennych (pszenica).

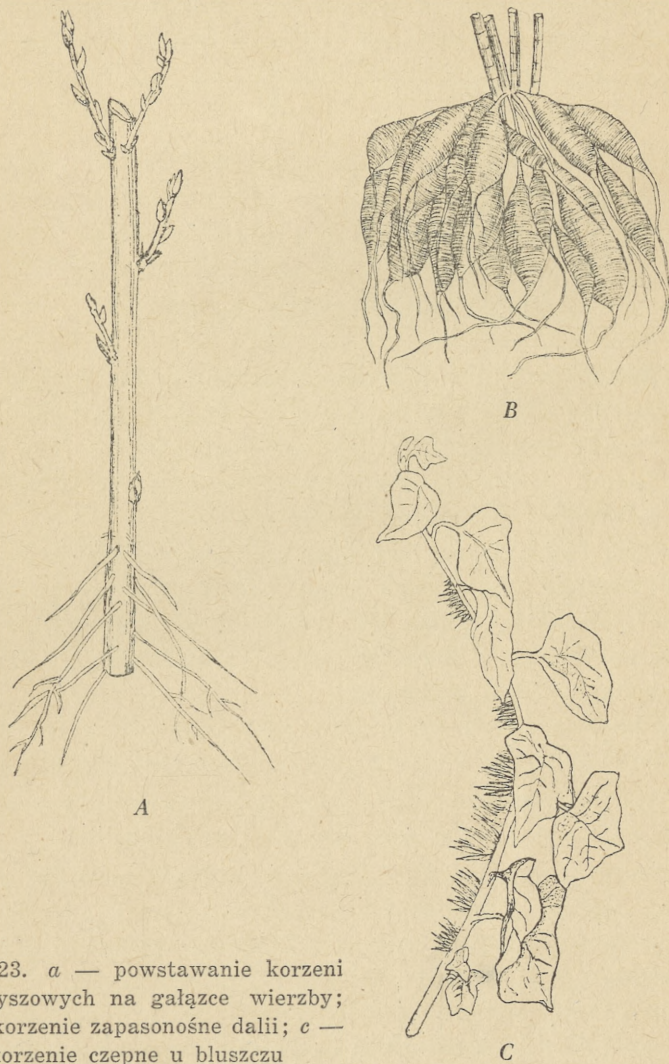
Obok fasoli dobrze jest mieć pod ręką trochę siewek (młodych roślinek) sosny, które można zawczasu przygotować w doniczce z piaskiem. Sosna jest jednym z najłatwiejszych do zdobycia materiałów, a zarazem jednym z najlepszych przykładów pokazania korzenia palowego.

Podobnie łatwo może być przygotowana przez młodzież ukorzeniona cebula — jako przykład korzenia wiązkowego.

Nie bez korzyści będzie przedstawić przykłady korzeni typu zapasowego, np. buraka, marchwi, chrzanu, dalii.

Nadto można założyć „hodowlę“ gałązek wierzby, w której można będzie jednocześnie prześledzić rozwój pączków i wytwarzanie się młodych pędów, a zarazem obejrzeć i ponotować powstawanie i rozwój korzeni przybyszowych. Przy tym można zwrócić uwagę na różnorodność funkcji korzenia, służącego nie tylko do umacniania rośliny w gruncie i pobierania wody oraz soli mineralnych, ale np. do przytwierdzenia rośliny do podpory — np. korzenie przybyszowe czepne u bluszczu (rys. 23 C).

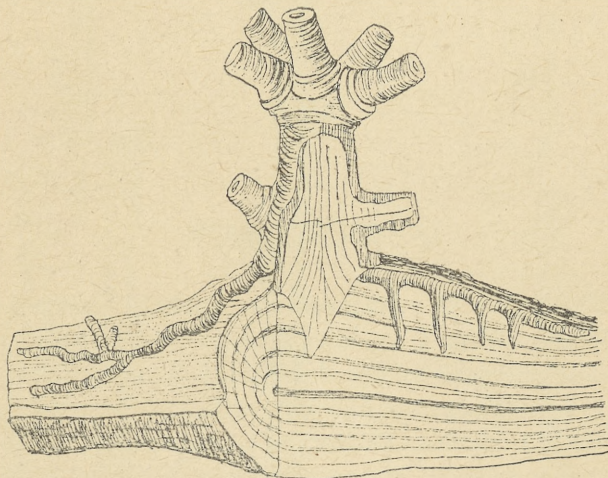
Poza wymienionymi są rośliny rosnące nie na ziemi, a na innych roślinach, czerpiąc soki ze swych „gospodarzy“. Ko-



Rys. 23. *a* — powstawanie korzeni przybyszowych na gałązce wierzby; *b* — korzenie zapasonośne dalii; *c* — korzenie czepne u bluszczu

rzenie tych roślin często zamieniają się w ssawki o budowie zupełnie zmienionej i przystosowanej do nowej roli. Takie rośliny,

które czerpią pożywienie z innych żywych roślin, noszą nazwę pasorzytów — jeśli same nie asymilują, lub półpasorzytów, jeśli są zielone i zdolne do asymilacji, jak np. jemiola, spotykana na różnych drzewach iglastych i liściastych.



Rys. 24. Jemiola rośnie na gałązce brzozy. Ssawki pobierają z tkanki drzewnej gospodarza wodę i sole mineralne

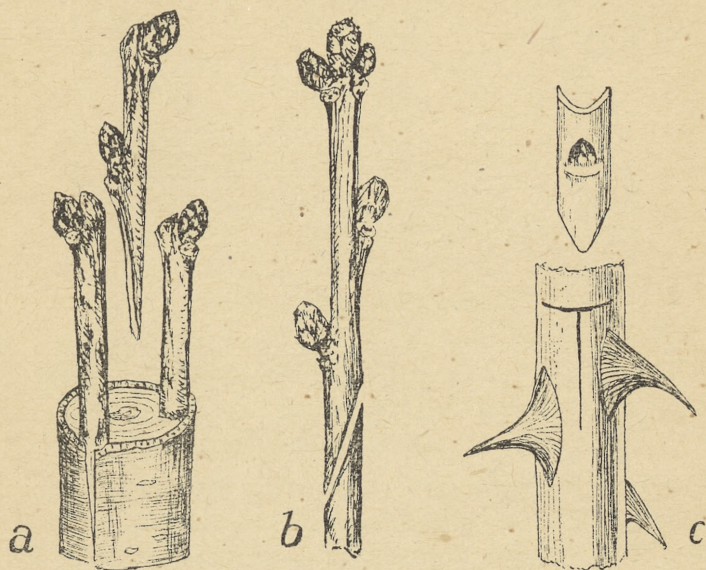
IX. SZCZEPIENIE

ĆWICZENIE 22. Najprostsze metody uszlachetniania roślin dzikich. Jedną z najdawniejszych i najbardziej znanych metod uszlachetniania roślin drzewiastych, szczególnie owocowych, było przeszczepianie kawałka pędu rośliny o szlachetnych cechach na pęd dziczka. Dobierano najczęściej gatunek dziczka i szlachetnego szczepu, zwanego zrazem, z roślin sobie pokrewnych. Wtedy — po zetknięciu mechanicznie spojonych ze sobą części pędów — następowało zrastanie się tkanek i zraz zaczynał żyć kosztem substancji dostarczanych mu przez podkładkę. Odróżnia się różne typy szczepień od okulizacji, gdzie zrazem jest jedynie oczko — pączek rośliny szlachetnej.

Szczepienie wykonuje się normalnie wczesną wiosną, a oczkowanie (okulizację) w czasie najintensywniejszego rozwoju wegetacji (czerwiec, początek lata). Najprostsze typy szczepień i okulizacji podaje nam rysunek 25.

Zagadnienie szczepienia interesowało dotychczas jedynie ogrodników. Dopiero dzięki pracom rosyjskiego uczonego Miczurina szczepienie stało się metodą nie tylko utrzymywania i utrwalania istniejących już odmian szlachetnych, ale tworzenia nowych. Szczepienie w pojęciu Miczurina to metoda, dzięki której można badać i wpływać na zmianę różnych cech roślin, które się łączą.

W procesach szczepienia biologia zyskała metodę doświadczalną, dzięki której zebrane fakty podważyły dawne mniemania



Rys. 25. *a, b* — najważniejsze typy szczepień; *c* — oczkowanie

o powstawaniu gatunków, o dziedziczeniu cech—słowem, pozwoliły postawić nowe założenia, stworzyć nową genetykę, nową biologię.

SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1. Morfologia jasnoty białej	str. 12
„ 2. Morfologia organów glistownika	„ 14
„ 3. Morfologia kielkującej fasoli	„ 18
„ 4. Sztuczne sympodialne rozgałęzienie grochu	„ 21
„ 5. Schemat rośliny dwuliściennej	„ 22
„ 6. Budowa ziarna i kielkowanie pszenicy	„ 26
„ 7. Przekrój stożka wzrostu rośliny dwuliściennej	„ 29
„ 8. Morfologia główki kapusty i jej ulistnienie	„ 31
„ 9. Pędy skrócone roślin ciernistych i pnących	„ 32
„ 10. Morfologia cebulki cebuli jadalnej	„ 34
„ 11. Morfologia konwalii	„ 36
„ 12. Przejście od łusek do liści lilaka	„ 42
„ 13. Wierzchołek wzrostowy lilaka	„ 42
„ 14. Morfologia pąków i gałązek kasztanowca i buka	„ 44
„ 15. Budowa wewnętrzna gałązek kokornaku	„ 46
„ 16. Różne ułożenie liści w pąkach	„ 48
„ 17. Przekrój przez pąk topoli	„ 48
„ 18. Przekrój przez pąk lipy	„ 48
„ 19. Liście i unerwienie jedno- i dwuliściennych oraz traw	„ 50

Rys. 20.	Liście zmetamorfizowane. Groch i rdest .	str. 50
„ 21.	Liście zmetamorfizowane. Opuncja, obrazek pl., jaskier wod.	„ 51
„ 22.	Budowa pędów iglastych	„ 53
„ 23.	Formy korzeni: wierzba, dalia, bluszcz . . .	„ 56
„ 24.	Jemiola na gałazce brzozy	„ 57
„ 25.	Szczepienia i oczkowanie	„ 59

SPIS TREŚCI

Przedmowa	str. 5
I. Ogólne pojęcie o budowie rośliny kwiatowej	
Ćwiczenie 1. Morfologia pędu jasnoty białej	„ 11
Ćwiczenie 2. Morfologia organów glistewnika	„ 13
II. Kielkowanie i rozwój rośliny dwuliściennej	
Ćwiczenie 3. Budowa nasion fasoli	„ 17
Ćwiczenie 4. Kielkowanie nasion fasoli	„ 18
Ćwiczenie 5. Rozgałęzienie fasoli i grochu	„ 21
Ćwiczenie 6. Schemat rośliny dwuliściennej	„ 23
III. Kielkowanie i rozwój rośliny jednoliściennej	
Ćwiczenie 7. Budowa ziarn pszenicy	„ 24
Ćwiczenie 8. Kielkowanie pszenicy	„ 25
IV. Budowa wierzchołka wzrostowego	
Ćwiczenie 9. Wierzchołek wzrostowy moczarki	„ 28
V. Budowa niektórych roślin zielnych	
Ćwiczenie 10. Morfologia główki kapusty	„ 30
Ćwiczenie 11. Budowa i rozwój cebulki cebuli kuchennej	„ 33
Ćwiczenie 12. Budowa i rozwój pędów kon- walii	„ 35
Ćwiczenie 13. Morfologia bulwy ziemniaka	„ 39

VI. Budowa i rozwój pąków drzew liściastych	
Ćwiczenie 14. Morfologia pędów lilaka . . . str.	41
Ćwiczenie 15. Budowa pąków kasztanowca . . . „	42
Ćwiczenie 16. Budowa gałązki buka . . . „	45
Ćwiczenie 17. Jak są ułożone liście w pąku . . . „	47
Ćwiczenie 18. Jakiej natury są łuski ochrania- jące pąki „	49
VII. Budowa pędów wegetatywnych drzew iglastych	
Ćwiczenie 19. Morfologia pędów sosny . . . „	52
Ćwiczenie 20. Morfologia pędów świerka . . . „	54
VIII. Morfologia korzenia	
Ćwiczenie 21. Morfologia korzenia „	55
IX. Szczepienie	
Ćwiczenie 22. Najprostsze metody uszlachetnia- nia roślin dzikich „	58
Spis rysunków	

k 31/57



1511

Cena zł 120.—

207 1/2

3.60

BIBLIOTEKA
Instytutu im. M. Nenckiego

1511

