Dr. JANUARY KOŁODZIEJCZYK
PROFESOR WOLNEJ WSZECHNICY POLSKIEJ I PAŃSTWOWEGO
INSTYTUTU NAUCZYCIELSKIEGO W WARSZAWIE

ĆWICZENIA Z MORFOLOGJI ROŚLIN

I.

MORFOLOGJA ORGANÓW WEGETATYWNYCH ROŚLIN KWIATOWYCH

DLA SZKÓŁ ŚREDNICH, ZAWODOWYCH, SEMINARJÓW I SAMOUKÓW

PRAWDA A PRACA

WYDAWNICTWO M. ARCTA W WARSZAWIE

Dr. JANUARY KOŁODZIEJCZYK
PROFESOR WOLNEJ WSZECHNICY POLSKIEJ I PAŃSTWOWEGO
INSTYTUTU NAUCZYCIELSKIEGO W WARSZAWIE

ĆWICZENIA Z MORFOLOGJI ROŚLIN

I. MORFOLOGJA ORGANÓW WEGETATYWNYCH ROŚLIN KWIATOWYCH

DLA SZKÓŁ ŚREDNICH, ZAWODOWYCH, SEMINARJÓW I SAMOUKÓW

BIBLJOTEKA
Państwowego Seminarjum Naucz. Męskiego
im Marszałka JÓZEFA PIŁSUDSKIEGO
w SIEDLCACH

PRAWDA A PRACA

1924
WYDAWNICTWO M. ARCTA W WARSZAWIE

Biblioteka Państw. Liceum Pedagog. im. St. Konarskiego w Siedlcach
Kot. Ćwi.
Br 407

M. ARCT. — ZAKŁADY WYDAWNICZE
Sp. Akc. w Warszawie.

WARSZAWA, Księgarnia, Nowy-Świat 35.

ODDZIAŁY I PRZEDSTAWICIELSTWA:

GDANSK, Ks. Kolej. „Ruch", Rynek Kaszubski.
KATOWICE, Księgarnia Polska, Poprzeczna 2.
KRAKÓW, Księgarnia Jagiellońska, Wiślna 3.
LUBLIN, M. Arct i S-ka, Krak.-Przedm. 17.
LWÓW, Księgarnia Naukowa, Zimorowicza 17.
ŁÓDŹ, M. Arct i S ka, Piotrkowska 105.
NEW-YORK, Polish Book Importing C°.
POZNAŃ, M. Arct, Księgarnia, plac Wolności 7.
RÓWNE, Księgarnia Naukowa, Szosowa 27.
WILNO, Księg. Stow. Naucz. Pol. Królewska 1.

DRUKARNIA M. ARCTA W WARSZAWIE, NOWY-SWIAT 41.

BIBLJOTEKA
Państwowego Seminarjum Naucz. Męskiego
im. Marszałka JÓZEFA PIŁSUDSKIEGO
w SIEDLCACH

TREŚĆ.

Przedmowa. 5
I. Ogólne pojęcie o budowie rośliny kwiatowej . . . 8
Ćwiczenie 1. Morfologja pędu jasnoty białej . . . 8
Ćwiczenie 2. Morfologja organów u glistewnika . . 9
II. Kiełkowanie i rozwój rośliny dwuliściennej 11
Ćwiczenie 3. Budowa nasion fasoli 11
Ćwiczenie 4. Kiełkowanie nasion fasoli 12
Ćwiczenie 5. Rozgałęzienie fasoli i grochu . . 14
Ćwiczenie 6. Schemat rośliny dwuliściennej 15
III. Kiełkowanie i rozwój rośliny jednoliściennej 16
Ćwiczenie 7. Budowa ziarn pszenicy 16
Ćwiczenie 8. Kiełkowanie pszenicy 17
IV. Budowa wierzchołka wzrostowego 18
Ćwiczenie 9. Wierzchołek wzrostowy u moczarki . 18
V. Budowa niektórych roślin zielnych 20
Ćwiczenie 10. Morfologja główki kapusty . . . 20
Ćwiczenie 11. Budowa i rozwój cebulki cebuli kuchennej 21
Ćwiczenie 12. Budowa i rozwój pędów u konwalji 22
Ćwiczenie 13. Morfologja bulwy ziemniaka . . . 25

VI Budowa i rozwój pąków drzew liściastych 26

Ćwiczenie 14. Morfologja pędów bzu perskiego . 26
Ćwiczenie 15. Budowa pąków u kasztanowca . . 27
Ćwiczenie 16. Budowa gałązki u buku 29
Ćwiczenie 17. Jak są ułożone liście w pąku? . . . 30
Ćwiczenie 18. Jakiej natury są łuski, ochraniające pąki 30

VII. Budowa pędów wegetatywnych drzew iglastych . . . 31

Ćwiczenie 19. Morfologia pędów sosny 31
Ćwiczenie 20. Morfologja pędów świerku. . . . 32

BIBLJOTEKA
Państwowego Seminarjum Naucz. Męskiego
im. Marszałka JÓZEFA PIŁSUDSKIEGO
w S[illegible]CACH

Słuchaczkom i Słuchaczom Państwowego Instytutu Nauczycielskiego tę pracę poświęcam.

PRZEDMOWA.

Ćwiczenia botaniczne ograniczają się do ćwiczeń, przedewszystkiem, z anatomji, fizjologji i nieco z systematyki roślin. Najbardziej więc jest upośledzona morfologja roślin, przedewszystkiem, wskutek braku podręcznika. Napisanie jednak podręcznika do ćwiczeń z morfologji roślin bynajmniej nie należało do łatwych. Bo o ile istnieje szereg „practicum" z anatomji, fizjologji, systematyki roślin, i został wytworzony pewien schemat tych ćwiczeń, to nie znam zupełnie podręcznika do ćwiczeń morfologicznych [1]).

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

Tomik niniejszy obejmuje tylko budowę wegetatywną roślin; w niedługim czasie zamierzam opracować morfologję organów rozmnażania roślin kwiatowych (tomik

---

[1]) Jedyny znany mi podręcznik „Praktikum für morphologische und systematische Botanik" Schumana ma zupełnie inną metodę.

drugi), a później, jeżeli niniejsze tomiki spotkają się z przychylnem przyjęciem, to przystąpię do opracowania jeszcze morfologji i systematyki roślin niższych.

. . . . . .

Ćwiczenia morfologiczne wyróżniają się przedewszystkiem prostotą i łatwością wykonania. Materjał do ćwiczeń niniejszych otrzymać można bardzo łatwo. Wszystkie bowiem rośliny (pewną trudność tylko przewiduję co do konwalji), albo rosną w najbliższem otoczeniu, albo służą jako rośliny pokarmowe i mogą być w każdej chwili dostarczone w każdej ilości. Skutkiem tego podczas ćwiczeń każdy uczeń może mieć swój materjał i przerysowywać go. Również i kiełkowanie roślin należy do bardzo łatwych. Kiełkowanie roślin wogóle uważam za jedno z najważniejszych ćwiczeń botanicznych na każdym poziomie nauczania, czy to w szkole powszechnej, czy to w pracowni uniwersyteckiej. Powiem nawet, że lepsze jest stanowczo dokładne zapoznanie się z morfologją kiełkowania jakiejkolwiek 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 materjale żywym — można uczniom pokazać do przerysowania materjał zasuszony. Środki do ćwiczeń są również niezmiernie proste: wystarczą igiełki, scyzoryk, lupa. Starałem 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 niema oczekiwania, co ujemnie wpływa na ćwiczenia. Tam zaś, gdzie niema mikroskopu, poprostu kazać przerysować rysunek (zwłaszcza na tablicy VI). Wogóle notatka, rysunek z najszczegółowszemi opisami, uważam tutaj za najważniejsze, jak zresztą przy każdem ćwiczeniu.

Ćwiczenia niniejsze nie wyczerpują oczywiście całokształtu morfologji 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 pędu, korzeni, przemiany liścia

i inne. Tablice takie można zrobić bardzo łatwo, opierając się na podręczniku botaniki Arct-Golczewskiej.[1]) Żeby jednak uczniów zaznajomić z bogactwem form roślin podzwrotnikowych można przeczytać, albo polecić do przeczytania odpowiednie rozdziały z literatury podróżniczej. A literatura ta u nas jest bardzo bogata: w dziełach Sienkiewicza (Listy z Afryki, Szkice amerykańskie), Siedleckiego (opisy puszczy podzwrotnikowej w „Jawie"), Dunikowskiego, Stolcmana i wielu innych — mamy cudowne opisy bogactwa roślinności krain podzwrotnikowych.

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

Morfologja roślin jest tak silnie związana z innemi działami botaniki, że niejednokrotnie wkraczałem w dziedziny pokrewne, przedewszystkiem anatomji i fizjologji roślin. Ponieważ jednak mamy już w tej dziedzinie podręczniki „Ćwiczenia z anatomji" i „Ćwiczenia z fizjologji roślin" Czartkowskiego i „Przewodnik do ćwiczeń mikroskopowych z botaniki" Strassburgera, więc nie chcąc powtarzać, odsyłałem do tych podręczników.

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

Rysunki są przeważnie oryginalne: zawdzięczam je p. p. Wandzie Karpowiczównie, Józefowi Machlejdowi, Wandzie Chmielewskiej-Lesińskiej i Janowi Nowakowi. Prócz tego pomagała mi w dostarczaniu materjału asystentka Pracowni botanicznej na W. W. P. p. Jadwiga Lekczyńska. Miło mi tym osobom złożyć serdeczne podziękowanie.

Dr. January Kołodziejczyk.

Warszawa, 1 lipca 1924 r.

---

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

I. OGÓLNE POJĘCIE O BUDOWIE ROŚLINY KWIATOWEJ.

Ogólne pojęcie o budowie rośliny kwiatowej otrzymamy najlepiej na przykładzie. Ze względu na łatwość otrzymania materjału, wybieram dwie pospolite u nas rośliny, a mianowicie: jasnotę białą (*Lamium album*) i glistewnik, jaskółcze ziele, *(Chelidonium majus)*.

Ćwiczenie 1. Morfologja pędu jasnoty białej. (Tabl. I). Rysujemy pęd jasnoty, podobnie, jak mamy na tabl. I. Na pędzie wyróżniamy, przedewszystkiem, łodygę i liście. Liście wyrastają po dwa na łodydze; to miejsce na łodydze, w którem wyrastają liście, nazywamy węzłem, a odcinki łodygi od węzła do węzła — międzywęźlami. 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), natomiast górne, młodsze, nie wyrośnięte są mniejsze i na krótkich ogonkach liściowych. Blaszka liściowa jest owłosiona, jajowata ma brzegi piłkowane; przez blaszkę liściową przebiegają t. zw. nerwy, przytem zauważamy przebiegający przez środek nerw główny i od niego odchodzące nerwy boczne. Unerwienie takie nazywamy pierzastem. Jak widzieliśmy, liście wyrastają po dwa w każdym węźle; takie ulistnienie, w którem wyrastą po dwa lub więcej liści w jednym węźle, nosi nazwę ulistnienia okółkowego Jeżeli teraz weźmiemy liście np. na okółku 1 (tabl. I),

to zobaczymy, że dopiero na 3, 5, 7 okółku będą leżały nad sobą, tak że gdybyśmy przeprowadzili nitkę przez nasady tych liści, to otrzymalibyśmy nitki, przebiegające w 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. *B*), w których mamy zaznaczone ułożenie liści odpowiednio do ułożenia na rys. *A*. Z tego widać, że liście u jasnoty są ułożone w czterech prostnicach, a więc co w drugim okółku krzyżują się ze sobą. Ustawiamy pęd prostopadle do twarzy 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 u dołu przechodzi w poziomy płożący się; pęd ten jest bledszy, posiada liście w kształcie łusek, oraz liczne korzenie, t. zw. przybyszowe; taki pęd, przeważnie rosnący pod ziemią, nosi nazwę kłącza. W postaci tego kłącza, na którem znajdują się pąki, roślina zimuje; jasnota jest rośliną wieloletnią zielną, czyli tak zwaną byliną.

Ćwiczenie 2. Morfologja organów u glistewnika. (Tablica II). Glistewnik jest, podobnie jak jasnota biała, rośliną u nas pospolitą; rośnie w ogrodach, przy płotach, na rumowiskach i t. d. Przy ukłuciu lub rozerwaniu gęsto wycieka z niego pomarańczowy sok. W wykopanej z ziemi roślinie widzimy u dołu gruby korzeń z korzeniami bocznemi. Korzeń ten powstał podczas kiełkowania (u jasnoty widzieliśmy korzenie, wyrastające z pędu, zwane przybyszowemi). W dużych okazach glistewnika widzimy u dołu szereg liści, t. zw. odziomkowych i szereg 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 zgrubiała. Liście wyrastają po jednym w węźle. Takie

ulistnienie nazywamy skrętoległem (u jasnoty wyrastały po dwa liście — ulistnienie okółkowe).

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 żywo-zielona, z dolnej sino-zielona; jest ona duża, pierzasto-sieczna, o odcinkach jajowatych, okrągławych, na brzegach karbowanych, zakończona listkiem szczytowym, zwykle trójklapowym.

W kącie liści wyrastają pędy boczne; glistewnik jest bardzo dogodnym materjałem do przestudjowania rozgałęzienia się roślin. W tym celu układamy roślinę, przerysowujemy (tabl. II) 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 więc leżeć między pędem głównym i liściem na nim położonym. W węźle więc *A* (na naszym rysunku tabl. II) widzimy na prawo (*AB*) pęd główny, a między nim a liściem pęd boczny drugiego rzędu (II). Dalej w węźle *B*, opierając się na tem samem rozumowaniu, widzimy, że pęd główny odchyla się na lewo (*BC*), a między nim a 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.

Wróćmy znów do węzła *B* i zobaczmy znów jak się rozgałęzia pęd drugiego rzędu; w węźle *D* w kącie liścia wyrasta na nim pęd trzeciego rzędu (*DE*), który się kończy kwiatostanem; również i pęd drugiego rzędu (na prawo od *D*) kończy się 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 konwalji, nosi nazwę sympodjalnego. Cały dokładny, oparty na konkretnym przykładzie, sposób rozgałęzienia mamy na tabl. II. [1])

---

[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 rocznemi, kończącemi się kwiatami; na jesieni pędy te giną, a roślina zimuje w postaci korzenia trwałego i pąków przyziemnych, z których w roku następnym znów rozwiną się roczne pędy.

* * *

W przedstawiony powyżej sposób uczniowie przerabiają i zaznajamiają się z szeregiem pospolitych u nas roślin.

BIBLJOTE
Państwowego Seminarjum N
im. Marszałka JÓZEFA PIŁ
w SIEDLCA

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 jej budową i rozwojem. Jako materjał, przedewszystkiem, posłużą nam nasiona fasoli (*Phaseolus vulgaris*); poza tem nasiona grochu (*Pisum sativum*), konopi (*Cannabis sativa*), dyni, rzodkiewki, słonecznika i inne.

Ćwiczenie 3. Budowa nasion fasoli. (Tabl. III). Zapoznajemy się i rysujemy najpierw nasiona fasoli; w tym celu najlepiej bierzemy nasiona rozmoczone (trzymane przez kilka godzin w wodzie w temperaturze pokojowej). Widzimy, że nasiona są zwykle owalne, nerkowate; w jednem miejscu uwydatnia się tak zwany znaczek (zn.), w którym nasienie było przyczepione do łupiny owocowej. Nazewnątrz nasienie otoczone jest łupiną, którą w nasionach rozmoczonych bardzo łatwo odchylić i zdjąć.

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

Liścienie zawierają w sobie substancje pokarmowe; dla wykazania tego można przerobić ćwiczenie 16 z Ćw. anatomicz. Czartkowskiego.

Natomiast pod lupą można zobaczyć, że kiełek, 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. Odrywamy te listki, prostujemy i rysujemy z pod lupy. Po oderwaniu listków zostaje nam w środku drobny pąk, wielkości główki od szpilki.

Ćwiczenie 4. Kiełkowanie nasion fasoli. (Tabl. III). Jeżeli takie rozmoczone nasiona umieścimy na wilgotnej bibule, flaneli, lub w wilgotnym mchu, w naczyniu zakrytem szkłem (dla utrzymania wilgoci) i umieścimy w miejscu ciepłem, to zobaczymy, że po kilku dniach roślina zacznie kiełkować. [1]) Przez kiełkowanie rozumiemy rozwój zarodka w roślinę, na koszt substancji odżywczych w nasieniu. Kilka nasion kiełkujemy na świetle, kilka umieszczamy w ciemni, lub w naczyniu, okrytem czarnym papierem, wreszcie kilka nasion sadzimy w doniczce w ziemi. [2])

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

a) **Kiełkowanie nasion fasoli na 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. Pierwszy zawsze z nasienia

---

[1]) Warunki kiełkowania nasion — patrz Podręcznik botaniki Arct-Golczewskiej.

[2]) Kiełkowanie roślin w nauczaniu botaniki uważam za tak ważne, a z drugiej strony tak łatwe do przeprowadzenia, że najlepiejby było, aby każdy uczeń przerobił je samodzielnie. Tam zaś, gdzie z rozmaitych względów jest to trudne do przeprowadzenia, najlepiej, jeżeli nauczyciel przygotuje materjał w ten sposób, że zacznie pewną ilość nasion kiełkować na trzy tygodnie przed ćwiczeniem, a później — co trzy, cztery dni dodaje nasion rozmoczonych i w ten sposób na jednem ćwiczeniu może pokazać wszystkie stadja rozwojowe.

zaczyna się koło znaczka wysuwać korzonek, pokryty cienkiemi włośnikami i zaczątkami korzeni bocznych (*A*, *B*, *C*); jednocześnie wzrastają liście na pędzie, powoli odchylają liścienie i również wysuwają się nazewnątrz (*D*, *E*). Wzrastanie zarodka odbywa się na koszt substancji pokarmowych w liścieniach.

Na korzeniu widzimy u dołu część korzenia bez włośników, później strefę z włośnikami, a dalej strefę z korzeniami bocznemi, wyrastającemi w czterech rzędach. Ażeby się przekonać, jak się odbywa wzrost korzenia, można przerobić i notować ćwiczenie 206 w Ćw. fizjologicz. Czartkowskiego. Podobne doświadczenie można przerobić nad wzrostem pędu (Ćw. fizjologicz. Czartkowskiego, 201, 202, 203).

Po pewnym czasie otrzymujemy z nasienia roślinkę, składającą się *(F)* z korzenia głównego *(kg)* i bocznych *(kb)* i z pędu; pęd zaś składa się z dwóch liścieni *(ls)*, u fasoli pospolitej wyrastających nad ziemią (u gatunku innego 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 liścieniami, 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 bocznemi. Wzrost rośliny odbywa się dzięki komórkom twórczym wierzchołka wzrostowego, który się znajduje na szczycie każdego pędu czy to głównego, czy to bocznych. Preparowanie jednak wierzchołka wzrostowego u 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 kiełkującego nasienia w ciemności, znacznie się będzie różniła od rośliny, kiełkującej na świetle. Rzuca 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 stadjów rozwojowych rośliny. Rozwój rośliny kiełkującej w ciemności może się odbywać tylko na koszt substancji organicznej, zawartej w liścieniach; po wyczerpaniu tych substancyj, roślina dalej rozwijać się nie może i ginie. Natomiast, rośliny, rozwijające się na świetle, posiadają zieleń i mogą skutkiem tego rozwijać się na koszt substancji organicznej, wytworzonej w liściach. [1])

Ćwiczenie 5. Rozgałęzienie fasoli i grochu. (Tabl. IV). Fasola hodowana w doniczce daje nam możność obserwowania nie tylko rozwoju rośliny, ale i rozgałęzień. Normalnie tak zwana fasola tyczna nie rozgałęzia się prawie wcale, to znaczy pączki boczne wegetatywne (w tej chwili nie bierzemy pod uwagę pąków kwiatowych) nie wyrastają. O tem, że istnieje związek między pędem głównym a bocznym możemy się bardzo łatwo przekonać: utnijmy pęd główny nad liściem, a zobaczymy, że pęd boczny rozwinie się. Pęd główny więc u fasoli działa 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, t. j. porównywamy kiełkowanie grochu i fasoli). Kiełkujemy kilka nasion w doniczce, albo w dwóch doniczkach; jedne okazy lub lepiej w jednej doniczce pozostawiamy w spokoju, jako okazy kontrolne, natomiast nad pozostałemi robimy następujące doświadczenie: kiedy wyrośnie pęd na kilka centymetrów, obcinamy nad drugim lub trzecim liściem (w miejscu *A*, tabl. IV) pęd główny; po pewnym czasie zobaczymy, że pędy boczne, które normalnie przeważnie się nie rozwijają (konstatujemy to na

---

[1]) Uczniom bardziej zaawansowanym można polecić przeczytanie odpowiedniego ustępu (str. 155—166) z „Myśli przewodnich fizjologji roślin", prof. dr. E. Godlewskiego. Wydawn. Kasy im. Mianowskiego. Warszawa, 1923 r., t. I.

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 bocznemi trzeciego rzędu; jeżeli znów nad liściem pędu bocznego drugiego rzędu (w miejscu *B*) utniemy wierzchołek tego pędu, to rozwinie się pęd trzeciego rzędu i t. d. Na tym pędzie widzimy liść *(l)* z przylistkami *(pl)* i pęd trzeciego rzędu *(p. gł)*. W ten sposób sztucznie otrzymamy rozgałęzienie sympodjalne, które widzieliśmy jako naturalnie występujące u glistewnika; to rozgałęzienie sympodjalne jest w przyrodzie dosyć częste, zwłaszcza u roślin kłączowych — poznamy je również u konwalji.

. . . . . .

Fasola jest doskonałą rośliną do badania kiełkowania i rozwoju rośliny dwuliściennej bezbielmowej; natomiast jako przykład rośliny dwuliściennej bielmowej może służyć konopie (budowa nasienia i kiełkowanie podane w podręczniku Arct-Golczewskiej). Prócz tego uczniowie mogą samodzielnie śledzić i opisywać kiełkowanie takich roślin, jak rzodkiewka, len, słonecznik, dynia i inne.

Ćwiczenie 6. Schemat rośliny dwuliściennej. (Tabl. V). Uczniowie przerysowują i dokładnie poznają się ze schematem rośliny dwuliściennej, czyli tak zwanym schematem Sachs'a (podał go wybitny botanik niemiecki tego nazwiska). Schemat ten podany jest na tablicy V. Widzimy na nim pęd, składający się z dwóch liścieni (*ls*) i szeregu liści (*l*), ułożonych skrętolegle[1]) z pędami bocznemi *(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 szereg korzeni bocznych.

---

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

III. KIEŁKOWANIE I ROZWÓJ ROŚLINY JEDNOLIŚCIENNEJ.

Za materjał do tych ćwiczeń mogą służyć przedewszystkiem nasiona pszenicy *(Triticum vulgare)*, a obok tego nasiona kukurydzy *(Zea Mays)*, żyta *(Secale cereale)*, lub innych; prócz tego potrzebne będą zasuszone lub świeże źdźbła pszenicy lub jakiejkolwiek innej trawy.

Ćwiczenie 7. Budowa ziarn pszenicy. (Tabl. VI). Oglądamy i rysujemy ziarna pszenicy; jest ono owalne z głęboką brózdą podłużną i z wyraźnie odcinającem się miejscem na łupinie, w którem znajduje się zarodek (*A zn.*). 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 (*b*). (O zawartości bielma mogą nas przekonać ćwiczenia 17 z Ćw. anatom. rośl. Czartkowskiego i Strassburgera — Przewodnik, str. 28, 29).

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 silniejszem powiększeniem (pod lupą) możemy dostrzec, że zarodek u pszenicy składa się, podobnie jak u fasoli, z pędu i korzonka. Pęd składa się z szeregu liści (*p*), otulających wierzchołek wzrostu; korzonek jest otoczony w okół pochwą korzeniową (*p. k.*) [1].

---

[1]) Zbadanie dokładne budowy zarodka, szczególniej wierzchołka wzrostowego - jest rzeczą bardzo trudną. W ćwiczeniach tych raczej jest lepiej dać do przerysowania dobry przekrój przez nasienie (tabl. VI). Natomiast starszym uczniom, oraz tym, którzy chcą dokładniej przerobić budowę ziarn pszenicy, można polecić XXXI rozdział Strassburgera. (Przewodnik z botaniki mikroskopowej).

Jak widzimy, między nasionami fasoli a ziarnem pszenicy (ziarno pszenicy jest właściwie owocem ze zrośniętem nasieniem) 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, odwrotnie znamy rośliny jednoliścienne 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, zwany tarczką; służy on do pośrednictwa przy pobieraniu pokarmów przez zarodek z bielma podczas kiełkowania.

Ćwiczenie 8. Kiełkowanie pszenicy. (Tabl. VI). Pszenicę kiełkujemy podobnie jak fasolę. Po kilku dniach zobaczymy, że korzonek rozpycha łupinę i wychodzi nazewnątrz, 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 szeregu tutkowato zwiniętych liści *(D, F)*, u których podstawy znajduje się wierzchołek wzrostowy *(w. wz.)*. Zewnętrzny z tych liści jest blady, pochwiasto zrośnięty; tworzy on tak zwaną pochwę liścieniową (po łacinie coleoptile); ochrania ona liście wewnętrzne, a przy kiełkowaniu w glebie, przebija się nad ziemię, ale się nie zazieleni. [1]) Po pewnym czasie wewnętrzne liście intensywnie rosnąc, przebijają pochwę *(E, b)*, rozwijają się nazewnątrz i asymilują. Korzenie boczne rosnąc, dochodzą do wielkości korzenia głównego; korzeń główny zaniknie, tak że system korzeniowy u pszenicy będzie się składać z korzeni bocznych (korzenie wiązkowe). [2])

---

[1]) Kiełkowanie u pszenicy odbywa się na koszt substancji organicznej, zawartej w bielmie; ziarno pozbawione pokarmów staje się miękkie.

[2]) Patrz również przypisek na str. 12.

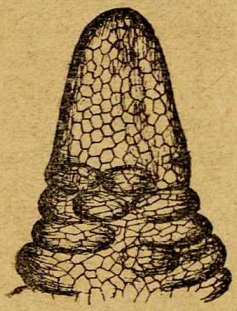
Po pewnym czasie zacznie wyrastać wierzchołek wzrostowy w pęd, zwany u traw źdźbłem. Jeżeli więc nie da się otrzymać źdźbła z wykiełkowanych nasion, to można go dla uzupełnienia pokazać i kazać przerysować na okazach zasuszonych. Zobaczymy, że źdźbło składa się z łodygi dętej (w międzywęźlach pustej, a w węzłach pełnej), że w międzywęźlach wytwarzają się zgrubienia, t. zw. kolanka. Liście są ułożone spiralnie w dwóch prostnicach; są one długie, równowąskie, u dołu pochwiasto obejmujące łodygę w międzywęźlach; w tem miejscu, gdzie pochwa liściowa się kończy, a zaczyna blaszka liściowa, znajduje się na liściu delikatna błonka, zwana języczkiem. Źdźbło rośnie nie tylko wierzchołkiem, ale również i w miejscach tuż nad węzłami, otoczonych pochwą liścia. Wzrost taki w odróżnieniu od wzrostu szczytowego, nazywamy międzywęźlowym. Źdźbło u pszenicy zakończy się kwiatostanem, a roślina, po wydaniu nasion, ginie.

. . . . . .

Zamiast pszenicy, podobnie można kiełkować ziarna innych zbóż, jak żyta, kukurydzy, owsa.

IV. BUDOWA WIERZCHOŁKA WZROSTOWEGO.

Jak widzieliśmy, na szczycie czy to głównego, czy też bocznych pędów znajduje się tak zwany 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 akwarjum.



Wierzchołek wzrostowy u moczarki.

Ćwiczenie 9. Wierzchołek wzrostowy u moczarki. Na pędzie u moczarki (rysunek) widzimy liście, ułożone okółkowo, a między okółkami mniej lub wię-

cej długie międzywęźla. Na szczycie widzimy szereg liści gęsto obok siebie skupionych. Odrywamy taki szczyt, umieszczamy w wodzie na szkiełku podstawowem i pod lupą przy pomocy dwóch igiełek odrywamy listek za listkiem. Wreszcie z pod ostatniego listka okrywającego ukaże się nam drobne, jasno-zielone zakończenie, mniejsze od główki od szpilki. Jest to wierzchołek wzrostowy. Taki wierzchołek wzrostowy przy pewnej wprawie można otrzymać bardzo łatwo. [1])

Spreparowany wierzchołek wzrostowy umieszczamy pod mikroskopem przy najmniejszem powiększeniu i przerysowujemy go. Na szczycie ma on kształt spłaszczonego stożka, w którym doskonale widać zarysy komórek; poniżej widzimy wypuklinki początkowo bardzo drobne, w miarę oddalania się od wierzchołka coraz większe i powoli przechodzące w liście; z wypuklinek tych więc powstają liście. Każdy liść na gałązce moczarki był przedtem taką wypuklinką na wierzchołku wzrostowym.

Dokładniejsza obserwacja wykazuje nad temi 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 również posiadał podobnie zbudowany wierzchołek wzrostowy. Silniejsze powiększenie pozwoli nam przyjrzeć się dokładnie zarysom komórek w wierzchołku wzrostowym. (Patrz 2 Ćw. anatom. Czartkowskiego).

Starsze wyrosłe liście otaczają wierzchołek wzrostowy i tworzą razem z nim pąk. W miarę wzrostu szczytu pędu, wypuklinki te wyrastają w liście, liście 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.

---

[1]) Uważam, że każdy uczeń winien to zrobić własnoręcznie — nie należy się zniechęcać pierwszemi nieudałemi próbami, w których przeważnie wierzchołek zostanie uszkodzony.

V. BUDOWA NIEKTÓRYCH ROŚLIN ZIELNYCH.

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

Ćwiczenie 10. Morfologja główki kapusty. (Tabl. VII). Główkę kapusty otrzymać można bardzo łatwo; do ćwiczeń najlepiej użyć nie jedną, ale dwie główki kapusty.

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

Natomiast bierzemy drugą główkę kapusty i 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 u rozpatrywanej poprzednio moczarki jest wiele podobieństwa; główka kapusty jest również pąkiem.

Prócz tego przy zdzieraniu liści możemy przerobić jeszcze jedną ciekawą obserwację, tyczącą się ułożenia liści. Widzieliśmy bowiem np. u jasnoty, że liście są ułożone w 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 przekonać jednak, jak są ułożone liście u kapusty, przygotujmy pewną ilość szpilek i drobnych kartek o promieniu pięciomilimetrowym z numerami (do 40) i oznaczajmy kolejno oderwany liść, przyczepiając numer na szpilce pod każdym odpowiednim pąkiem bocznym.

Zobaczymy wtedy (*B*), że liście są ułożone w pewnym porządku, który się da matematycznie wykazać.

Możemy więc wyróżnić tak zwane ukośnice i to przebiegające w prawą stronę i w lewą stronę. Następnie widzimy, że na ukośnicach prawoskrętnych leżą liście 2, 7, 12, 17, 22 i t. d., 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 t. zw. główka, w której, w liściach gromadzą się pokarmy; natomiast w drugim roku kapusta na koszt tych substancji w liściach rozwija kwiaty i wydaje owoce.

Tak więc, t. zw. główka kapusty jest pąkiem, w którym w liściach zostają nagromadzone pokarmy.

Ćwiczenie 11. Budowa i rozwój cebulki cebuli kuchennej. (Tabl. VIII). Cebulki cebuli kuchennej również otrzymać bardzo łatwo. Są one gruszkowato-kuliste, jajowate, mięsiste, otoczone nazewnątrz zeschniętemi brunatnemi 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 zwężona, 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 lilji, łuski są tarczowate, okrywają tylko część cebulki — tego rodzaju cebulki noszą nazwę szyszkowatych). Po oderwaniu kilku łusek widzimy wśród nich małą ściśniętą cebulkę *(A, 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 dokładnem preparowaniu, doszlibyśmy oczywiście do wierzchołka wzrostowego. Po oderwaniu łusek i bocznych cebulek, prócz drobnych listków *(ls)*, pozostała krótka, płaska łodyga, zwana piętką *(pt)*.

Po spreparowaniu i zaznajomieniu się z cebulką główną, podobnie badamy cebulki boczne; są one również otulone białawemi lecz cienkiemi 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 przekroje makroskopowe: przekrój podłużny *(B)*, na którym widzimy piętkę *(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 pąkiem, składającym się ze skróconej płaskiej łodygi (piętka), łusek, w których są nagromadzone pokarmy i cebulek bocznych.

Pędzenie cebulki wykaże nam znaczenie tych organów, oraz rozwój cebulki. W tym celu umieszczamy cebulki albo podstawą w wodzie, albo w miejscu wilgotnem. Po pewnym czasie wyrosną na piętce bardzo licznie korzenie przybyszowe oraz zaczną się rozwijać cebulki boczne, często wytwarzające kwiatostany. Rozwój cebulek bocznych odbywa się na koszt substancji, zawartych w łuskach zewnętrznych; to też 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 pokarmy umieszczają w pochwach liściowych, które po opadnięciu liści przekształcają się w łuski mięsiste i wytwarzają znów cebulki.

Ćwiczenie 12. Budowa i rozwój pędów u konwalji. (Tabl. IX). Pędy konwalji z zimującemi pąkami można albo przygotować sobie jesienią i trzymać w miejscu suchem, albo też zimą można dostać u ogrodników.

Na zimujących pod ziemią osobnikach konwalji przedewszystkiem dostrzegamy pąki i szereg korzeni przybyszowych; wśród korzeni znajdujemy poziomo rosnące kłącze *(A)*, przypominające zupełnie korzeń, które, jak jednak zobaczymy później, wyrasta z pąka i posiada ślady po odpadłych łuskach liściowych,

w kształcie obrączek. A więc kłącze jest pędem podziemnym[1]); ślady po odpadłych łuskach oznaczają nam węzły na pędzie. Rysujemy więc takie kłącze wraz z pąkami. Wśród pąków dostrzegamy różnice: jedne są grube, ciemne, beczułkowate, ustawione pionowo *(A, p. kw.)*, a drugie cieńsze, blade, poziomo w płaszczyźnie kłącza ustawione *(A, p. w.)*. Również niejednokrotnie możemy obserwować, że te drugie pąki wyrastają na kłączu w węzłach.

Rozpatrujemy jedne i drugie pąki. Bierzemy naprzód pąk grubszy *(A, p. kw.)*. Widzimy, że jest, podobnie jak u cebuli, szczelnie nazewnątrz owinięty łuską, która się tylko nad szczytem rozchyla. Ostrożnie igiełką nakłuwamy pąk i staramy się rozerwać tylko łuskę zewnętrzną, poczem delikatnie oddzieramy ją u podstawy pąka i rysujemy; widzimy, że jest ona *(A, ls)* brunatna, tutkowato zrośnięta, u góry tylko rozchylona. Podobnie zdzieramy drugą, trzecią i czwartą łuskę, tak samo zbudowane; po zdjęciu ostatniej łuski, wewnątrz znajdujemy *(A)* maczużkowaty jasno-zielony kwiatostan *(kw.)* (nie zawsze) i zwinięte żółtawo-zielonawe 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 kwiatowemi; również widzimy, że listki zewnętrzne są łuskowate, inaczej zbudowane, aniżeli listki wewnętrzne; te ostatnie, 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 nagiemi. W razie, jeżeli mamy więcej pąków kwiatowych, to warto zrobić przekrój poprzeczny i skrawek oglądać albo pod lupą przy silniejszem powięk-

---

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

szeniu, albo pod mikroskopem przy najsłabszem powiększeniu; zobaczymy wtedy nazewnątrz zrośnięte, podobnie jak u cebuli, łuski, a w środku kwiatostan i liście asymilujące.

Rozpatrujemy teraz drugi pąk *(A, p. w.)*; składa się on tylko z szeregu łusek zupełnie bladych, obejmujących cienką delikatną 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 konwalję, co się udaje wiosną w ziemi, lub w wilgotnej atmosferze, albo wyciągnąć z ziemi konwalję w okresie kwitnięcia. W razie, jeżeli to jest niemożliwe, można pokazać uczniom okazy konwalji zasuszonej również z kwiatami i pąkami.

Przyjrzyjmy się więc, jak wygląda rozwój konwalji *(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 łukowato-równoległej i kwiatostan o białych wonnych kwiatach; również u dołu możemy zaobserwować rozchylone łuski *(B, łs)*, które przedtem poznaliśmy, jako ochraniające pąk. Wzrost ten 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 pionowo w ziemi, międzywęźla 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 więc wegetatywny, jak widzimy, rozwinął się w kłącze; w kłączu tem gromadzą się pokarmy, wytwarzane w liściu i przeprowadzane do kłącza. Na jesieni na takiem kłączu ujrzymy znów pąki kwiatowe i wegetatywne; natomiast pędy, powstałe z pąków kwiatowych, po wydaniu owoców, giną. Podczas, gdy kłącze utrzymuje roślinę stale pod ziemią, pędy nadziemne są tylko

---

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

jednoroczne. Z pąka wegetatywnego powstały pędy zimujące, takie, jakie rozpatrywaliśmy na początku ćwiczenia.

W ten sposób, widzimy, że konwalja wiedzie, jeżeli tak się można wyrazić, życie podwójne: jedno podziemne w postaci pędów trwałych (geofilnych), a drugie nadziemne w postaci pędów rocznych (jeden okres wegetacji) z liśćmi i kwiatami.

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

*
* *

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

Ćwiczenie 13. Morfologja bulwy ziemniaka. Przerysowujemy bulwy ziemniaczane — widzimy w nich szereg t. zw. oczek. Po umieszczeniu bulwy w miejscu ciepłem i wilgotnem, zobaczymy, że z tych oczek wyrosną pędy [1]). Oczka więc są pąkami bocznemi wyrastającemi w węzłach, a cała bulwa ziemniaczana jest pędem podziemnym. Ćwiczenie 11 i 41 z ćwiczeń anatomicz. Czartkowskiego i na str. 13—18 w Przewodniku Strassburgera przekonają nas, że w bulwie są nagromadzone zapasy pokarmowe. Bulwa ziemniaczana jest pędem podziemnym, w którym są nagromadzone substancje pokarmowe oraz znajdują się pąki boczne, w postaci t. zw. oczek.

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

---

[1]) Również patrz przypisek na str. 12

VI. BUDOWA I ROZWÓJ PĄKÓW DRZEW LIŚCIASTYCH.

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

Ćwiczenie 14. Morfologja pędów bzu perskiego. 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 do dwa, i jak łatwo spostrzec, w czterech prostnicach. Zapoznajmy się z budową pąka; w tym celu przy pomocy igiełek odrywamy liść za liściem i układamy je kolejno i co pewien czas rysujemy, jak na rys. tabl. XI 1; 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.

Widzimy więc, że pąki u bzu lilaka posiadają inaczej zbudowane liście zewnętrzne (łuskowate, twarde) i wewnętrzne (które się rozwiną wiosną w liście asymilujące). Pąk więc u bzu lilaka, podobnie jak pąk u konwalji, jest okryty (patrz str. 23). Prawie wszystkie nasze drzewa posiadają 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 odrazu 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. na tabl. XI 2). (Ćwiczenie to jednak nie jest łatwe; należy je polecić tylko uczniom starszym, samodzielniejszym).

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 odchylą i pąki zaczną się rozwijać; wtedy oczywiście wyraźnie zarysują się różnice między pąkami kwiatowemi i wegetatywnemi. [1])

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 przezimuje.

Ćwiczenie 15. Budowa pąków u kasztanowca. (Tabl. X *A*). Niezmiernie plastycznie jest zbudowany pąk u pospolitego u nas kasztanowca, najczęściej zwanego kasztanem. Postarajmy się znaleźć i odrysować gałązkę taką, jaką mamy na tablicy X *A*. Poniżej szczytu gałązki, w odległości kilkunastu do kilkudziesięciu cm. widzimy na korze wyraźny pierścień *(b. ls.)*; dokładniejsze zbadanie wykazuje nam, że pierścień ten jest utworzony z blizn po odpadłych zeszłorocznych łuskach — w tem 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, ułożonemi w podkowę; nad bliznami temi wyrastają drobne pąki; blizny te również są śladami po odpadłych zeszłorocznych liściach, a punkty na nich są śladami 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 przedstawioną na rysunku, była w roku zeszłym zakończona kwiatostanem, po którym została blizna na szczycie (*b. k.*) — pąki więc nie są pędami szczytowemi (szczyto-

---

[1]) W razie, jeżeli uczniowie nie przerabiają ćwiczeń samodzielnie, lecz tylko w dniach określonych przerysowują materjał—uważam, że najlepiej jest na jakie trzy tygodnie przed ćwiczeniem umieścić gałązki w wodzie, a wtedy na ćwiczeniach można będzie rysować nie tylko budowę, ale i rozwój pąków.

wym był kwiatostan), ale bocznemi — 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 palcem naciskamy 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. *B*) i poprzeczny.

Widzimy więc, że u kasztanowca pąk nazewnątrz jest również otulony łuskami, a prócz tego jeszcze oblepiony żywicą; w środku zaś pąka znajduje się kwiatostan. Dany więc pąk jest 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 wegetatywne. Pąk taki wiosną pod wpływem ciepła rozchyli łuski, które odpadną i powoli rozwinie liście i, ewentualnie, jeżeli jest pąkiem kwiatowym, 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, zauważamy, 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 u buku. (Tabl. X *C*). Doskonałym materjałem do rozpoznania wieku gałązki i odróżnienia pędów skróconych i wydłużonych — stanowi buk. Coprawda, buk dziko w całej Polsce nie rośnie (brak go, naprzykład, w okolicach Warszawy), ale spotyka się w ogrodach i parkach.

Na załączonej (tabl. X *C*) gałązce buku, zerwanej zimą 1923 roku, widzimy na szczycie pąk szczytowy, a poniżej dwa pąki boczne; jeszcze niżej widzimy pierścień po odpadłych łuskach, w którym zimą 1922 r. znajdował się pąk, a który w lecie 1923 roku wyrósł w pęd; jednocześnie i pąki boczne na pędzie 1922 rozwinęły się nieco i na nich również widzimy pierścienie z blizn po odpadłych łuskach; gałązka ta (od 1921 — do 1922) wyrosła znów w 1922 r.; dalej widzimy, że w 1921, 1920 i 1919 roku były przyrosty bardzo słabe. Opierając się więc na owych pierścieniach, widzimy, że gałązka ma pięć lat. Również widzimy, że i pęd boczny u dołu na gałązce z 1919 roku wzrastał; ale te przyrosty roczne są tak małe, że niemal pierścienie się stykają — tego rodzaju pędy noszą nazwę skróconych; widzimy jednak, że i gałązka od 1919 do 1921 roku miała tendencję do wytwarzania pędów skróconych, a później już wyrastała jako pęd wydłużony. Obznajmiwszy się na tym przykładzie z obliczaniem lat gałązek, bierzemy i rysujemy inne gałązki w ten sam sposób, oznaczając na nich lata [1]) i wyróżniając pędy skrócone i wydłużone.

Przy sposobności również analizujemy pąki i również nazewnątrz widzimy łuski (są to przekształcone przylistki) i listki z przylistkami w środku; listki te są złożone nie tylko wzdłuż środkowego nerwu, ale również i wzdłuż nerwów bocznych (tabl. XI 3, *B*).

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

* * *

---

[1]) Jest to doskonałe samodzielne ćwiczenie w szkole; każdy uczeń może mieć inną gałązkę i ją oznaczać.

Rozpatrzyliśmy kilka najbardziej typowych i najłatwiejszych do oglądania pąków. Tutaj możnaby było, albo urządzić zimą wycieczkę do parku na obejrzenie pąków, albo też zebrać gałązki pospolitych u nas drzew parkowych, owocowych i przerysować je.

Poza tem uczniom bardziej zaawansowanym można dać kilka ćwiczeń samodzielnych.

Ćwiczenie 17. Jak są ułożone liście w pąku? (Tabl. XI 3, 4). Widzieliśmy więc, że u bzu perskiego liście w pąku nie były zwinięte, ale płasko pokrywały się; u buku widzieliśmy, że są zwinięte wzdłuż głównego i bocznych nerwów (*B*); badamy więc pąki lipy i widzimy, że liście są złożone wzdłuż głównego nerwu (*A*), u wierzby zwinięte, jak na rys. *D*, a u topoli, jak na rys. *C*.

Z przekroi poprzecznych i skrawków mikroskopowych najłatwiej zrobić przekrój przez lipę (5) i topolę (4). 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 część, jak np. podstawy liścia lub przylistki. Już u bzu perskiego widzieliśmy, że łuski są przekształcone liście, natomiast u buku, lipy, topoli przylistki. U niektórych zaś roślin, jak np. klon, kasztanowiec, jesion, są to przekształcone ogonki liściowe. Najlepiej to widać wiosną, kiedy pękają pąki u jesionu. 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 ćwiczeń z morfologji 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 stadja rozwojowe.

VII. BUDOWA PĘDÓW WEGETATYWNYCH DRZEW IGLASTYCH.

Materjał: przedewszystkiem gałązki sosny (*Pinus silvestris*) i świerku (*Picea excelsa*); prócz tego modrzew (*Larix*), jodła (*Abies pectinata*) lub cis (*Taxus baccata*).

Ćwiczenie 19. Morfologja pędów sosny. (Tabl. XII *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 w okół swej osi; prócz tego u dołu znajduje się pewna (5 — 7) ilość drobnych liści łuskowatych, zlepionych żywicą obejmujących rurkowate igły. Wszystkie te liście (asymilujące igły i łuski) wyrastają na pędach bocznych, nie wyrastających, skróconych (*p. skr.*). Pędy zaś skrócone znajdują się na pędach wydłużonych (na rysunku naszym cały pęd). Jeżeli więc naszą gałązkę przyjmiemy za pęd n-rzędu, to igły wyrastają na pędach skróconych $n + 1$. Prócz tego widać, że pędy skrócone są ułożone skrętolegle (ulistnienie u sosny skrętoległe). Późną jesienią lub zimą na szczycie młodych sosen zauważamy pąki zimujące: jeden główny i pozostałe boczne. Przy zbadaniu tych pąków widać, że w nich znajduje się szereg pędów bocznych, które muszą przy wzroście pędu głównego dać nam pędy skrócone. Ponieważ z każdego pąka bocznego wyrosną pędy wydłużone ustawione poziomo (pąk główny wyrośnie pionowo), więc zdaje się jakgdyby to było ulistnienie okółkowe; w rzeczywistości jednak, jak widać, na pędach skróconych ulistnienie jest skrętoległe. Ponieważ corocznie wyrasta taki okółek, tworzący jakgdyby

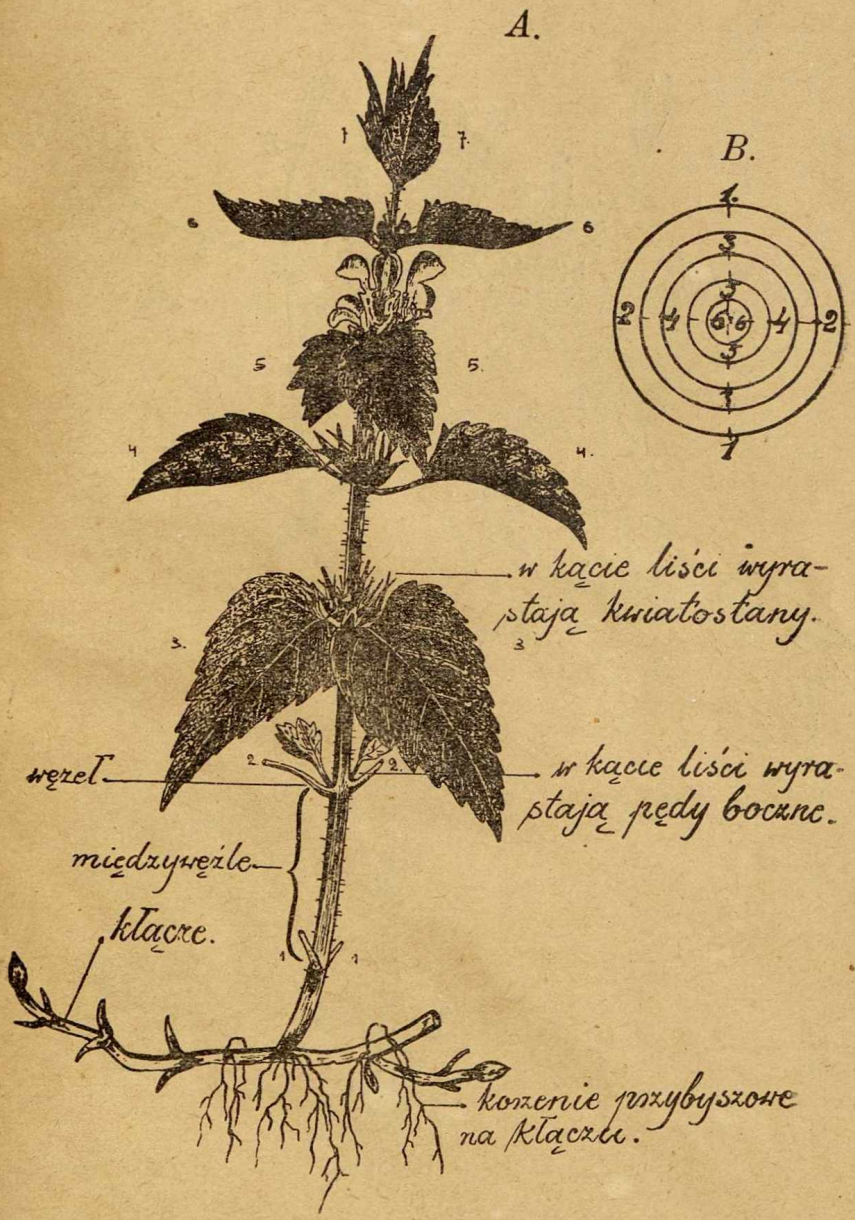
piętro, więc po ilości tych pięter można obliczyć wiek młodych sosen.

Podobnie na pędach skróconych wyrastają liście u modrzewia; liście te również w kształcie igieł są bardzo liczne i żyją tylko jeden okres wegetacyjny, natomiast igły sosny żyją trzy do pięciu lat.

Ćwiczenie 20. Morfologja pędów świerku. (Tabl. XII *B*). W odróżnieniu od sosny widzimy, że u świerku liście wyrastają pojedyńczo na pędach wydłużonych. Liście są również w kształcie igieł, czworoboczne w przekroju, śpiczaste, osadzone na poduszeczkach, wystających ponad poziom gałązek. Ulistnienie jest również skrętoległe. Pąki boczne przeważnie wyrastają tylko w kącie górnych liści. Pąki te zimują, nazewnątrz są otulone łuskami, wiosną się rozwiną i dadzą nam pędy roczne. (Na tabl. XII od *A* w górę i *AB*). Podług tych przyrostów można do pewnego stopnia obliczyć wiek gałązki.

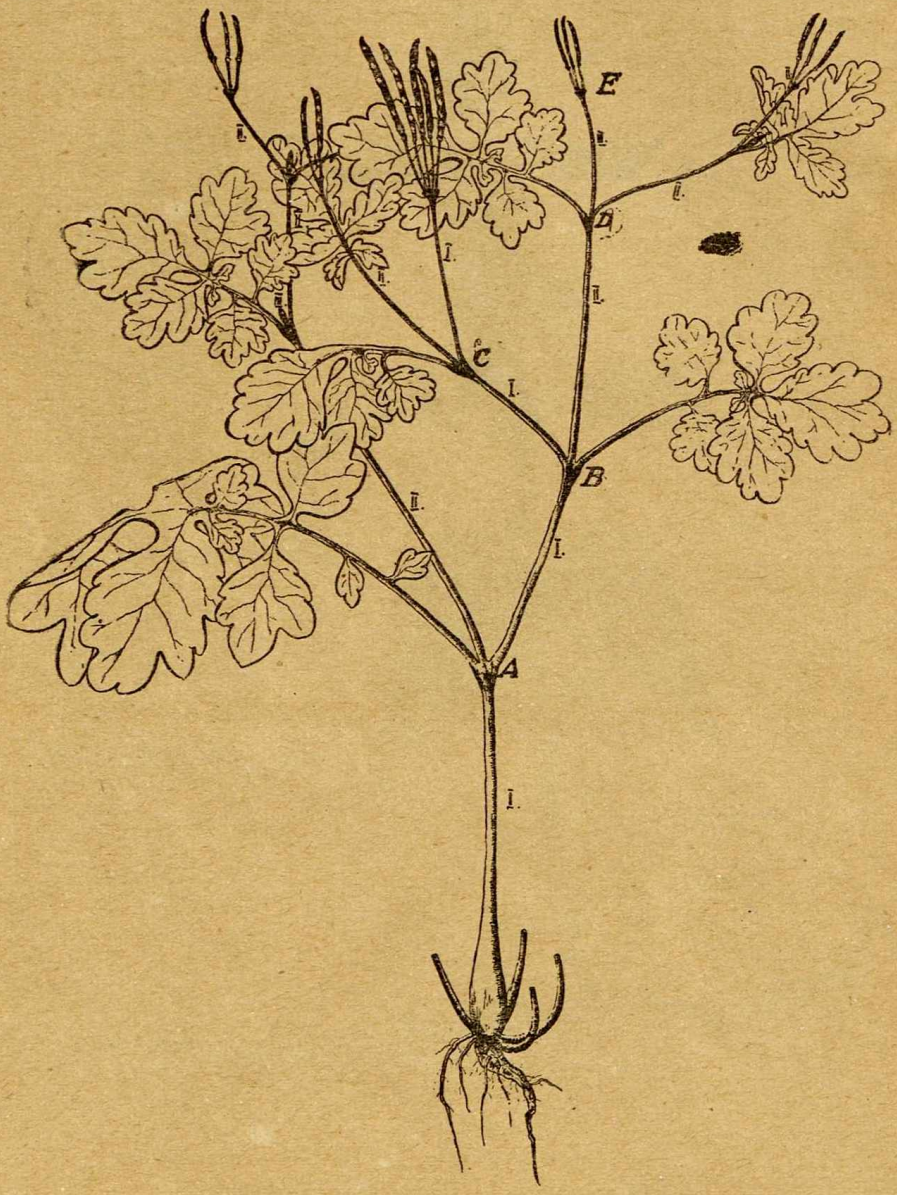
Podobnie również można przerobić na ćwiczeniach jodłę (liście trwałe równowąskie, na spodzie z dwoma białemi paskami podłużnemi, płaskie, ustawione dwustronnie również na pędach wydłużonych) i cis (liście również dwustronnie ustawione na pędach wydłużonych, płaskie, miękkie, niekłujące).

Tablica I.



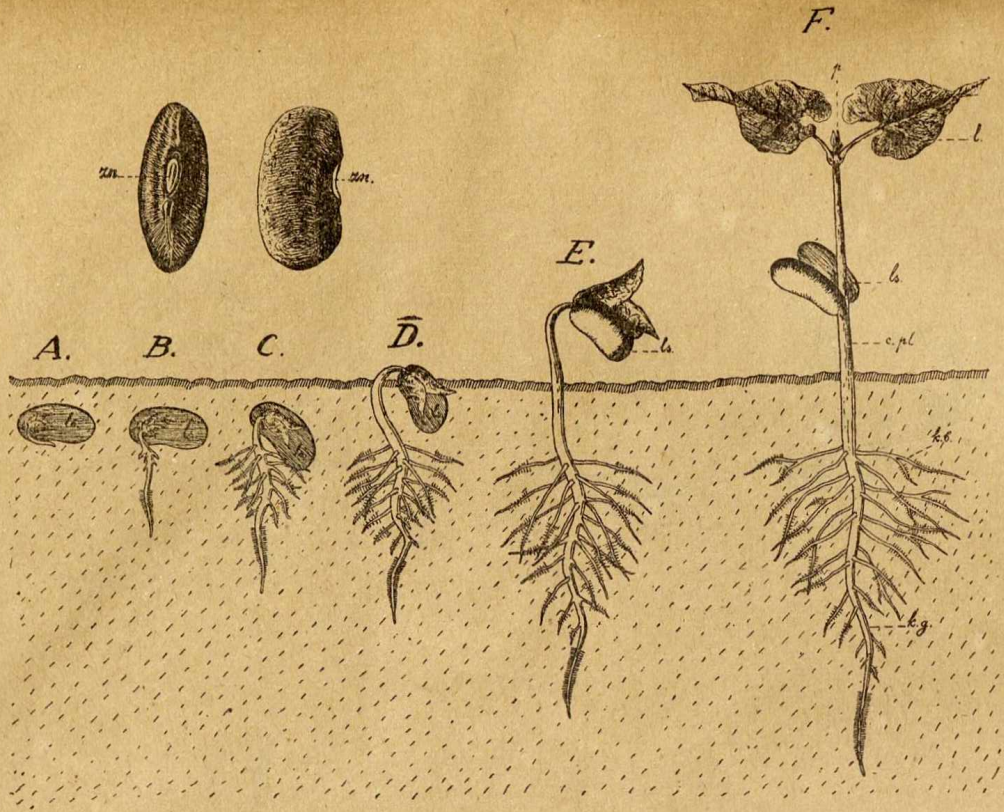
A. Morfologja pędu jasnoty białej.
B. Schemat układu liści na pędzie jasnoty białej.
(Patrz ćwiczenie 1).

Tablica II.



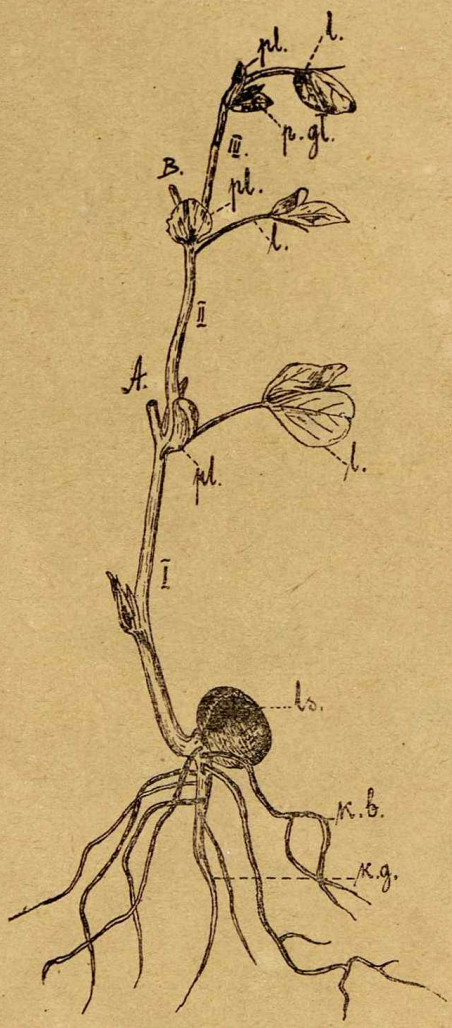
Morfologja organów u glistewnika. (Patrz ćwiczenie 2).

Tablica III.



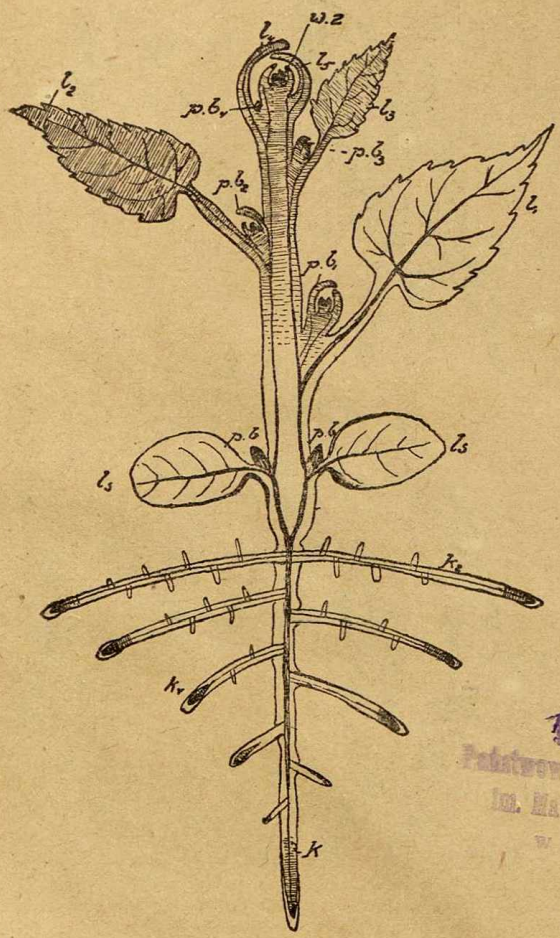
Budowa nasion i morfologja kiełkowania fasoli. (Patrz ćwiczenie 3 i 4).

Tablica IV.



Sztucznie otrzymane t. zw. sympodjalne rozgałęzienie u grochu. (Patrz ćwiczenie 5).

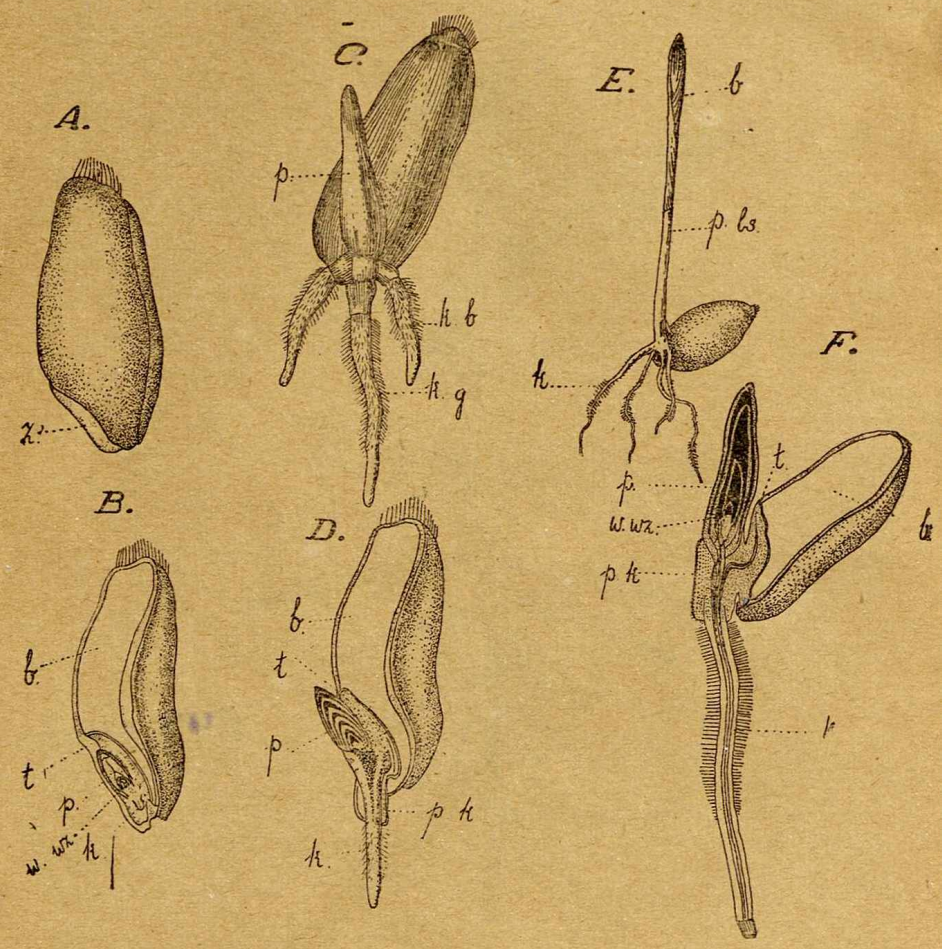
Tablica V.



BIBLJOTEKA
Państwowego Seminarjum Nauc
im. Marszałka JÓZEFA PIŁSU
w SIEDLCACH

Schemat rośliny dwuliściennej. (Patrz ćwiczenie 6).

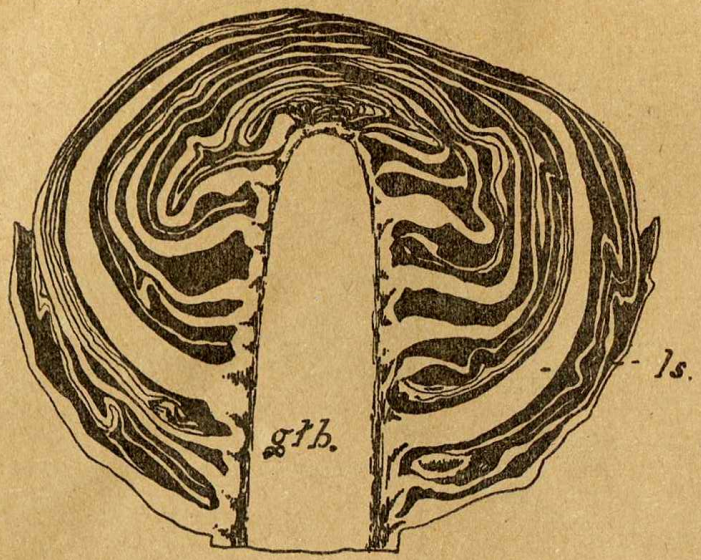
Tablica VI.



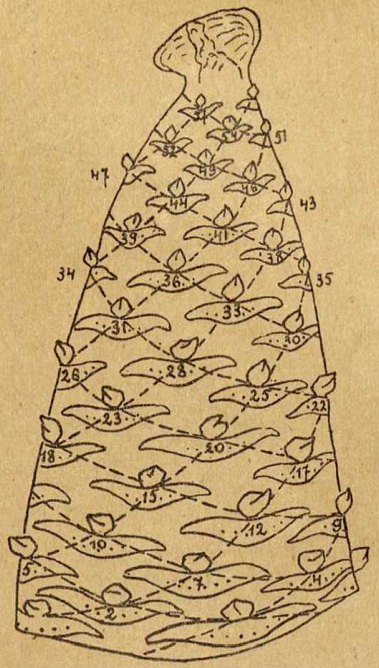
Budowa ziarn i kiełkowanie pszenicy. (Patrz ćwiczenie 7 i 8).

Tablica VII.

A.

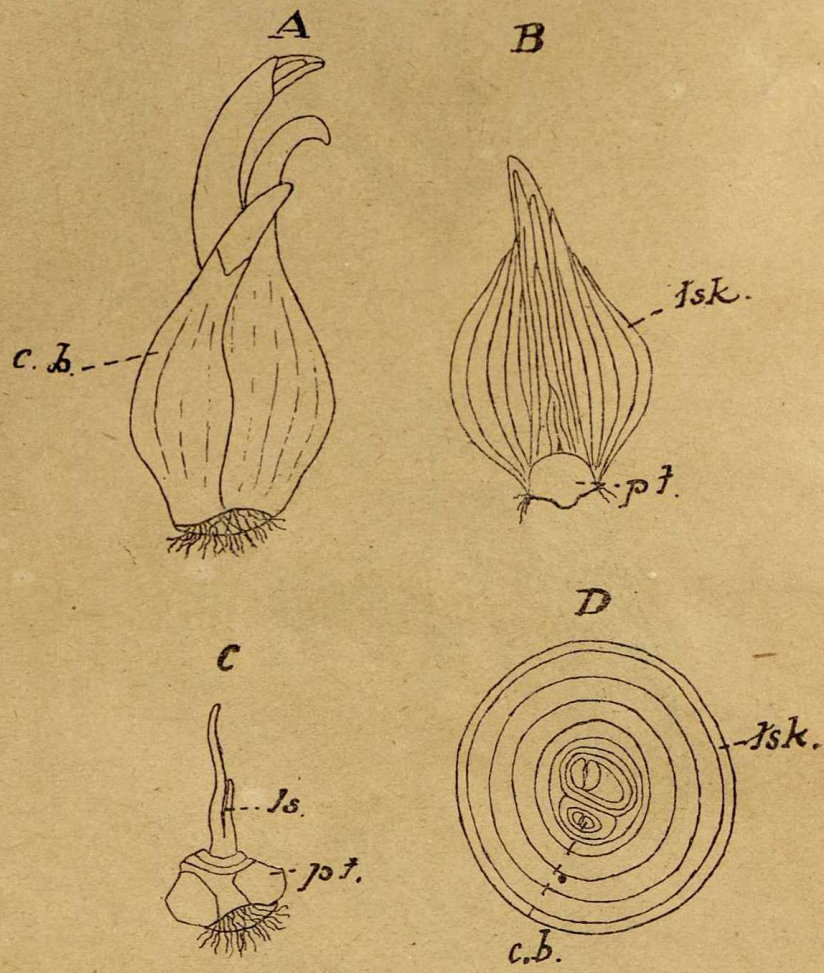


B.



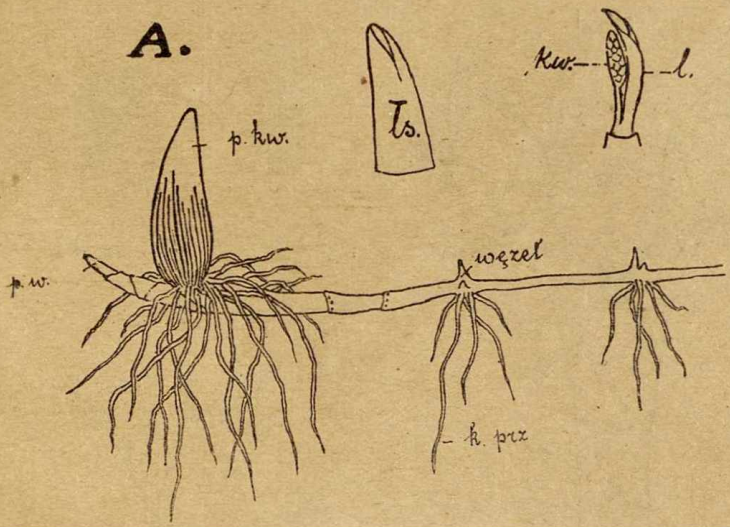
A. Morfologja główki k a p u s t y. — *B. Ulistnienie w główce* k a p u s t y.
(Patrz ćwiczenie 10).

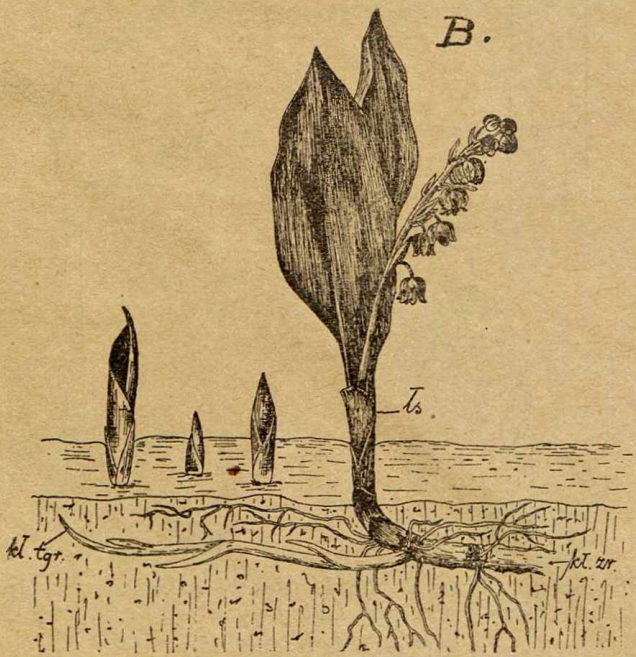
Tablica VIII.



Morfologja cebulki cebuli jadalnej. (Patrz ćwiczenie 11).

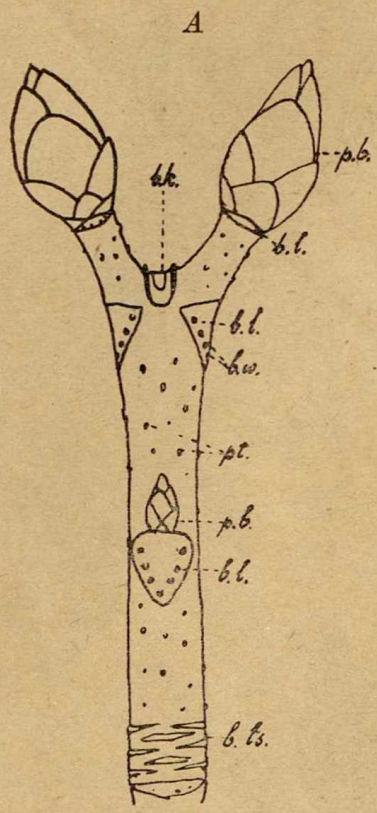
Tablica IX.

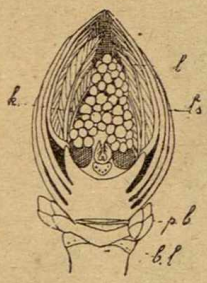


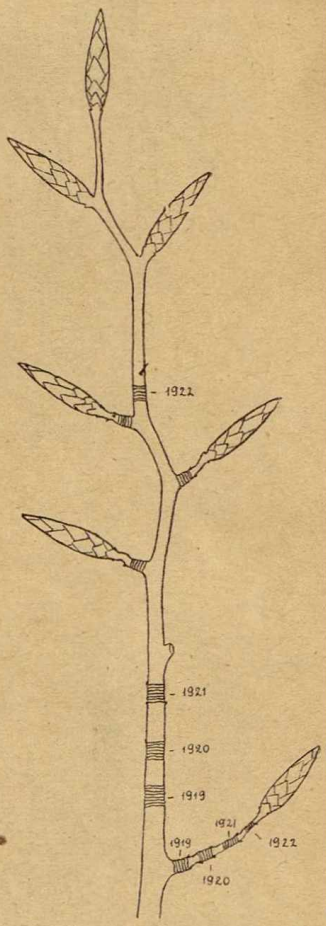


Morfologja konwalji. A. Konwalja zimą. — B. Konwalja wiosną. (Patrz ćwiczenie 12).

Tablica X.





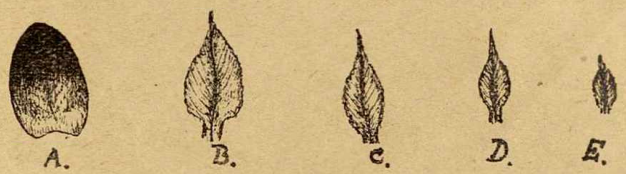


A. Morfologja pąków i gałązki rocznej u kasztanowca. — B. Przekrój przez pąk kwiatowy u kasztanowca. (Patrz ćwiczenie 15).

C. Morfologja pąków i gałązki pięcioletniej u buku. (Patrz ćwiczenie 16).

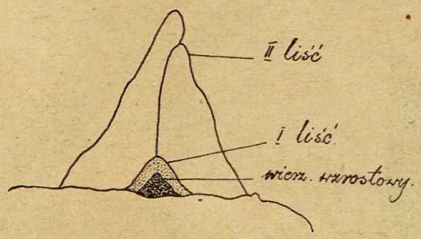
Tablica XI.

1.



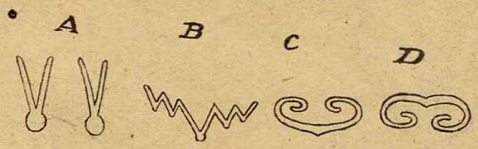
Przejście od łusek do liści u bzu lilaka. (Patrz ćwicz. 14).

2.



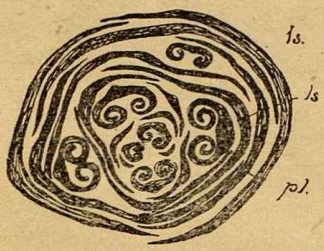
Wierzchołek wzrostowy u bzu lilaka (Patrz ćwiczenie 14).

3.



Różne ułożenie liści w pąkach. (Patrz ćwiczenie 17).

4.

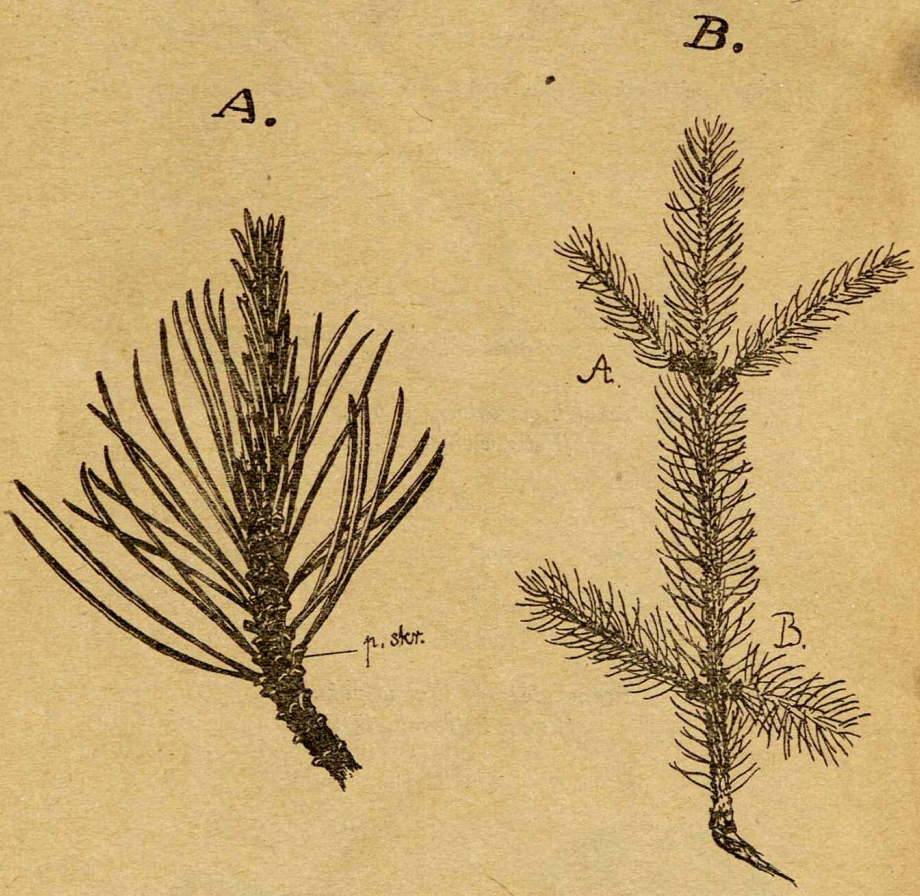


Przekrój przez pąk topoli. (Patrz ćwiczenie 17).

5.

Przekrój przez pąk lipy (zewnętrzne łuski odrzucone). (Patrz ćwicz. 17).

Tablica XII.



A. Budowa pędów u sosny. (Patrz ćwiczenie 19).

B. Budowa pędów u świerku. (Patrz ćwiczenie 20).

nr inw.: BR - 407
br.407

NAU NICZE

	Zł.	gr.
Arct-Golczewska M. Atlasik botaniczny. 126 rys. kolor.	2	50
Atlasik anatomiczny. Z rysunkami kolorowemi.	1	50
Atlasik astronomiczny. 77 rys. kolor. na 12 tablicach.	1	50
Bert P. Kurs elementarny nauk przyrodniczych. Z rys. Rok pierwszy. Wyd. VI.	1	20
— — Rok drugi. Wyd. nowe.	1	60
— — Rok trzeci. Wyd III. 2 części po	1	30
Boguszewska. Patrz dokoła. Pogadanki przyrodnicze. Cz. I.	—	90
— — Część II. z rys. Wyd. II.	—	90
— — Część III, dla oddz. V szkół powsz. z ryc.	1	20
— — W domu, w polu i w lesie. Pogadanki, z rys.	1	10
Bouffałł S. Krótki rys fizyki, z rys.	1	—
Bruner L. dr. Ćwiczenia chemiczne, z rys.	1	40
Brzeziński M. Z dziedziny przyrody i przemysłu. Pogadanki.		
— — Cz. I i II. Pośród zwierząt i roślin. Z rys. Wyd. VIII.	2	50
— — Cz III i IV. Ziemia. Z dziedziny przyrody martwej. Nad ziemią. Z rys. Wyd. VIII.	2	—
Czerwiński K. Kolekcjonowanie zwierząt. Z rys.	—	80
Dyakowski B. Historja naturalna. Cz. II. Z 232 rys. Wyd. IX.	3	20
Dybczyński T. Wiadomości początkowe z paleontologji.	—	60
Gady i płazy. Atlasik kieszonkowy.	1	50
Gąsienice. Atlasik kieszonkowy. 121 rys.	1	50
Jabłczyński T. Doświadczenia z chemji.	1	40
Jackson I. H. Doświadczenia botaniczne. Z rys.	—	65
Jaja ptasie. Atlasik kieszonkowy.	1	50
Męczkowska i Rychterówna. Ćwiczenia z przyrody martwej. Wyd. IV, 244 ćwicz., ze 122 ryc.	1	70
— Ćwiczenia z przyrody żywej. Wyd. IV-te, 166 ćwiczeń z botaniki, 106 ćwiczeń z zoologji, 155 rys.	2	—
— Ćwiczenia z propedeutyki fizyki. Cz. I. Światło. Ciepło.	—	70
Minerały. Atlasik kieszonkowy.	1	50
Rasy ludzkie. Atlasik kolorowy.	1	50
Rośliny tatrzańskie i alpejskie. Atlasik kieszonkowy.	1	50
Ryby. Atlasik kieszonkowy, z 93 ryc. kolor.	1	50
Trzebiński J. Jak zbierać i zasuszać rośliny.	—	50

WYDAWNICTWA M. ARCTA W WARSZAWIE