

Bolesława Starmachowa

PRZYGOTOWANIE ŻYWYCH POMOCY SZKOLNYCH DO LEKCJI BOTANIKI
W SZKOLE ŚREDNIEJ OGÓLNOKSZTAŁCĄCEJ

Nie trzeba podkreślać, że żywy materiał na lekcjach botaniki odgrywa ważną rolę. Każdy nauczyciel wie, że ucząc na żywym materiale wzbudzi większe zainteresowanie, lepiej wykształci, ugruntuje i utrwali przerobiony materiał. Nauczyciel jednak w swej pracy lekcyjnej i pozalekcyjnej natrafia często na duże trudności w zdobyciu żywego materiału: nie wie, gdzie go szukać, o jakiej porze, jak go hodować, jak ewentualnie zachować na czas, kiedy mu będzie potrzebny do lekcji.

Niniejszy artykuł pomyślany jest więc jako wskazówka ułatwiająca zbieranie i hodowanie żywego materiału lekcyj-

nego. Zwraca się w nim głównie uwagę na rośliny niższe, o których uczy się w klasie V i IX, a które zawsze trudniej zdobyć od wyższych roślin kwiatowych.

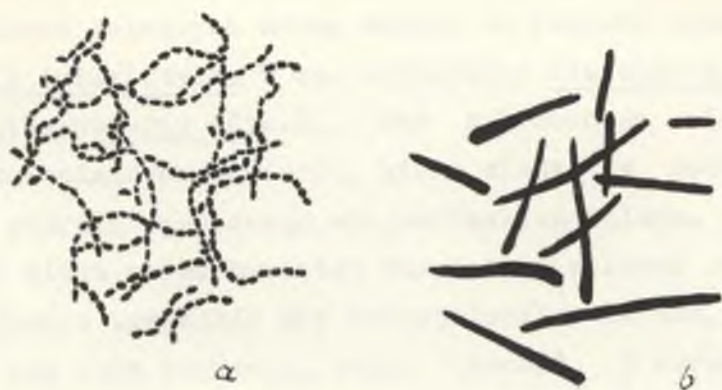
Podaję miejsca i okoliczności, gdzie należy i w jakim czasie szukać materiału do lekcji botaniki, jak go hodować, względnie jak przetrzymać przez pewien czas w stanie żywym. Podaję też różne ćwiczenia, z których nauczyciel sam może wybrać to, co mu w danej chwili odpowiada. Oczywiście nauczyciel klas niższych powinien wybrać ćwiczenia najłatwiejsze. Nie podaję ćwiczeń anatomicznych i fizjologicznych, gdyż one będą przedmiotem innych artykułów.

Dla uzupełnienia dołączam jednak sposób konserwowania materiału roślinnego, na wypadek gdyby żywy nie był dostępny w okresie realizowania programu.

B a k t e r i e (Bacteria)

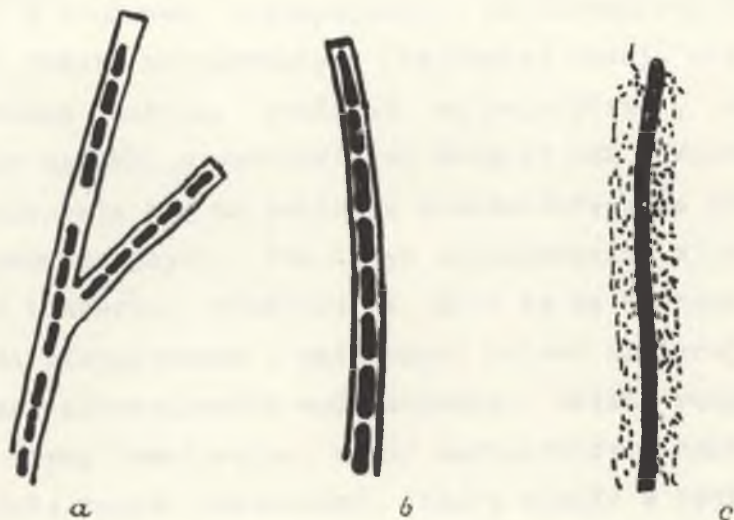
W celu zademonstrowania uczniom bakterii można ćwiczenia przeprowadzić w różny sposób:

1) Kroplę serwatki z kwaśnego mleka daje się do wody na szkiełko przedmiotowe, po czym suszy się na powietrzu i suche przemywa kilkakrotnie mieszaniną alkoholu z eterem (w stosunku 1:1). Zabite alkoholem bakterie przyklejają się do szkiełka, a eter wypłukuje tłuszcz z mleka, który utrudniałby obserwację mikroskopową. Bakterie barwi się następnie błękitem metylenowym. W mleku występuje paciorkowiec mlekowy (Streptococcus lactis) i pałeczka bułgarska (Bacillus bulgaricus). (Rys.7).



Rys. 7

Bakterie fermentacji mlekowej: a/*Streptococcus lactis*
 b/*Bacillus bulgaricus*



Rys. 8

Bakterie żelaziste: a/*Cladothrix*, b/*Crenothrix*,
 c/*Chlamydothrix*

2) W rowach, na bagnistych łąkach, a także w rdzewiejących rurach żelaznych można zebrać do ćwiczeń rdzawe naloty bakterii żelazistych. U nas występują: Cladotrix, Crenothrix, Chlamydotrix (Rys.8). Pod mikroskopem widać długie nitki kolonialnych bakterii, które siedzą w pochewkach ze śluzu, wtórnie wysyconego wodorotlenkiem żelaza. Z czasem otoczki śluzu coraz bardziej twardnieją wskutek coraz intensywniejszego wysycania się wodorotlenkiem żelaza, tak że tworzy się ruda bagienna, czyli limonit. W rurach żelaznych bakterie powodują z czasem zatykanie światła. Bakterie żelaziste należą do bakterii samożywnych, asymilujących za pomocą chemosyntezy.

3) Z brodawek występujących na korzeniach łubinu lub innych roślin motylkowatych (najlepiej nadają się brodawki korzeniowe łubinu, ponieważ są największe, wycina się cienkie skrawki prostopadle do długiej osi korzenia. Skrawki rozdrabnia się na szkiełku przedmiotowym za pomocą igiełek preparacyjnych. Pod dużym powiększeniem widać pałeczkowate bakterie, niektóre z nich są na końcach zagięte. Skrawki przygotowane z mniejszych bulwek zawierają bakterie większe, nieregularnie wykształcone, często rozgałęzione. Są to formy inwolucyjne, czyli bakterioidy. Bakterioidy są przekształconymi bakteriami, które uległy w życiowej walce ze swym symbiontem, i są przez niego wykorzystywane. Natomiast bakterie laseczkowate, które powodując rozpad tkanki korzenia zwyciężyły swego symbionta, pozostają w glebie, i one to znowu wywołują nowe zakażenie roślin.

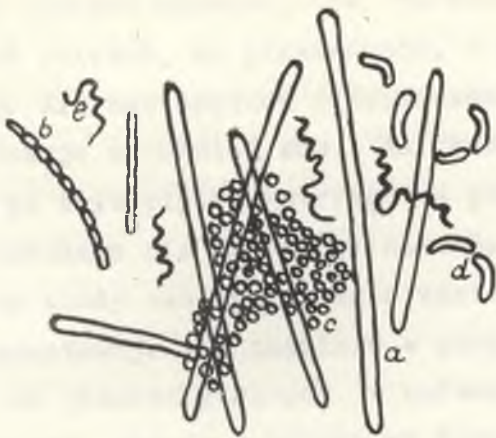
4) Uczniowie zbierają w jak najmniejszej ilości osad z własnych zębów i rozmazują na szkiełku przedmiotowym

w kropli wody. W dalszym ciągu można postępować dwoma sposobami:

a) do tak przygotowanego preparatu, wysuszonego nad płomieniem, dodaje się płynu LUGOLA (J + KJ), wówczas zabarwią się bakterie nazębne następująco: grubsze nitki zabarwią się na kolor fioletowoniebieski, cieńsze na żółty. Nitki zabarwione na fioletowoniebiesko, to Bacillus maximus buccalis, żółte- to Leptothrix innominata. Te ostatnie są koloniami złożonymi z poszczególnych osobników, co można obserwować pod dużym powiększeniem. Prócz nich występują jeszcze łańcuszki (cocci) 4 - 5-komórkowe, barwiące się na kolor niebieskofioletowy. Można na nich czasem obserwować pochwy, w których siedzą: jest to Jodococcus vulgaris. Stosunkowo rzadko spotyka się krętki (Spirochaete dentium). Te ostatnie oglądane na żywo szybko się poruszają. Nierównie częściej obserwuje się natomiast Vibrio buccalis, przecinkowca, którego osobniki są niejednokrotnie połączone ze sobą po dwa.

b) Po rozmazaniu w kropli wody osadu nazębnego przesuwamy się szybkim ruchem szkiełko podstawowe nad czubkiem płomienia trzykrotnie, uważając, by bakterie były zwrócone do góry, po czym barwi się fioletem gencjanowym, fuchsyną, błękitem metylenowym lub też po prostu wodą zabarwioną chemicznym ołówkiem, następnie przemywa się wodą, przeciągając ją bibułą pod szkiełkiem nakrywkowym i ogląda pod dużym powiększeniem lub immersją, (o ile jest w szkole). Obserwować możemy tylko kształty bakterii: laseczniki, przecinki, kulki i krętki. (Rys.9).

Ćwiczenie to wprawdzie zajmuje dość dużo czasu, ale jest bardzo instruktywne, uczy młodzież myć zęby.



Rys. 9

Bakterie nazębne: a/*Bacillus maximus buccalis*,
 b/*Leptothrix innominata*, c/*Jodococcus buccalis*,
 d/*Vibrio buccalis*, e/*Spirochaete dentium*



Rys. 10

Konceptakula morszczynu

5) Ażeby wykazać uczniom, że bakterie są wszędzie, a więc i na ich palcach, na pieniądzach, w powietrzu, w klasie, wykonuje się następujące doświadczenie, które nauczyciel przygotowuje wcześniej sam. Na każdą klasę trzeba przygotować po dwie płytki Petriego z pożywką bakteryjną. Ponieważ w szkołach nie ma sterylizatorów, podaję prosty sposób, który każdy nauczyciel może zastosować.

Płytki wygotowuje się najpierw w gorącej wodzie, wybierając pincetą, do jeszcze gorących - nalewa gorącą pożywkę, zamyka wieczkiem, układa w kloszu na kawałku białej flaneli, przy czym na spód naczynia nalewa się wody i gotuje pod przykryciem w parze około godziny. Po ostudzeniu pożywka agarowa czy żelatynowa została się na galaretowatą masę. Tak przygotowane płytki Petriego przynosi się i otwiera dopiero w klasie. Pożywka: do płynnej pożywki dodaje się agaru lub żelatyny (agaru 1-2%, żelatyny 10%). Żelatynę otrzymać można łatwiej, kupuje się ją w sklepach spożywczych. Agar została się w temperaturze 40°C, żelatyna w 30-35°C. Płynna pożywka (bulion mięsny): 25 dkg chudego mięsa wołowego lub końskiego, oczyszczonego z tłuszczu, błon i kości, miele się na maszynie i zalewa 1 litrem wody, po czym pozostawia się na 24 godziny w chłodnym miejscu. Następnie ogrzewa się aż do ścięcia się nierozpuszczalnych białek. Uzupełnia się wyparowaną wodę, sączy przez płótno, dodaje 1% peptonu i 0,5% soli kuchennej. Neutralizuje się NaOH do pH = 7,0, co stwierdza się papierkiem lakmusowym.

Po przyniesieniu do klasy tak przygotowanych pożywek w płytkach Petriego, otwiera się wieko płytki i stawia się na przeciąg godziny lekcyjnej na ławce, po czym się zamyka.

Drugą płytkę puszcza się w obieg, zachęcając do dotykania palcami lub pieniędzmi. Płytkę tę również się zamyka i obie zabiera ze sobą. Po kilku dniach, a więc praktycznie biorąc na następnej lekcji, demonstruje się, już nie otwierając płytki, przez przezroczyste szkło, co wyrosło na pożywce: uczniowie widzą barwne kolonie bakteryjne, szczególnie w tych miejscach, gdzie pożywkę dotykano, także i w płytce, która tylko stała otwarta w klasie, widać rozwinięte kolonie bakteryjne. Czasami zjawiają się też wśród kolonii bakteryjnych grzyby pleśniaki.

Doświadczenie to przekonuje uczniów o konieczności częstego mycia rąk, o potrzebie wietrzenia klasy w czasie przerw itd.

Po naocznym pokazaniu uczniom, ile znajduje się bakterii w naszym otoczeniu, należy zalać płytki Petriego denaturatem lub czystym alkoholem, a następnie sparannie spłukać, ponieważ nie mamy żadnej pewności, czy wśród rozwiniętych kolonii nie ma bakterii chorobotwórczych.

G l o n y

Nazwą glony określa się niższe organizmy wodne, należące do różnych typów. W szkole nie mówi się o typach, glony traktuje się raczej filogenetycznie, rozwojowo, w związku z komplikującą się budową. Zaczyna się od jednokomórkowego wiciowca klejnotki, przechodzi do kolonialnych zielenic: toczka, kolonialnej sprężnicy: skrętnicy i kończy na plechowatej brunatnicy: morszczyńie.

Klejnotka (Euglena) jest jednokomórkowym wiciowcem stojącym na pograniczu świata roślinnego i zwierzęcego.

Można ją znaleźć na powierzchni błota bogatego w związki azotowe, na powierzchni gnojówki, w beczkach z nieczystą wodą itd. Można ją też wyłowić z większych zbiorników wodnych za pomocą siatki planktonowej. Radzę jednak poszukać intensywnie zielonych powłok na błocie przed nie skanalizowanymi domami, które są na peryferiach nawet dużych miast, i zebrać do słóiczka łyżeczką razem z błotem. Ponieważ lekcje o klejnotce wypadają w październiku, gdy już zwykle jest dosyć chłodno, zebrana Euglena, oglądana pod mikroskopem bezpośrednio po przyniesieniu, ma postać zielonej kulki z czerwoną plamką pośrodku. Jest ona incystowana, w stanie anabiozy.

Zebrany materiał należy umieścić w płytce Petriego z niewielką ilością wody, tak żeby błoto było ledwie nią przykryte, w ciepłym pomieszczeniu, w pobliżu okna lub należy ją naświetlić lampą elektryczną. Po godzinie klejnotki przechodzą już w stan czynnego życia, zmieniają swe kształty, można obserwować ich ruchy i zmienność postaci.

Poza Euglena viridis można spotkać wiele innych, ponieważ w Polsce Euglena występuje w kilkudziesięciu gatunkach. Nie wszystkie są zielone, np. Euglena sanguinea czy E. purpurea mają kolor czerwono-brunatny, są za to duże i dlatego można na nich dobrze zaobserwować szczegóły budowy: widać chromatofor, banieczkę tętniącą.

Klejnotkę można dłuższy czas hodować w odkrytych, płytkich naczyniach, najlepiej w płytkach Petriego, w pobliżu okna, w małej ilości wody, tak by raczej było mniej niż 0,5 cm wysokości wody na dnie. Eugleny przeniesione do pracowni wraz z błotem i postawione niedaleko okna już po kilku godzinach wypływają na powierzchnię i tworzą od strony

światła zieloną powłokę. Hodowla jest łatwa, trzyma się długo, należy tylko pamiętać o dolewaniu wody (ale nie zalewać), tak by błoto było stale wilgotne. Trzeba też unikać znaczniejszych wahań temperatury, zwłaszcza nagrzewania się kultur od słońca.

Skrętnica (Spirogyra). Zbiera się ją na brzegu wód stojących. Poznaje się po wyglądzie: glon ten przedstawia się jak żywo zielona wata, unosząca się na powierzchni wody lub przysiadła na dnie. Skrętnica w dotyku jest śliska, co różni ją od innych glonów. Przetrzymany skrętnicy niestety długo nie można: trzeba ją umieścić w dużym szklanym akwarium w wodzie, w której była znaleziona lub w wodzie deszczowej, ponieważ w chlorowanej wodzie wodociągowej szybko ginie. Utrzymuje się dłużej, jeśli się ją co dwa dni przemywa wodą na siatce planktonowej. Akwaria, w których umieści się skrętnicę, należy trzymać w chłodnym miejscu przy oknie zwróconym ku stronie północnej.

Komórki nitkowanej kolonii skrętnicy (u nas w Polsce występują liczne gatunki) są 1 1/2 raza dłuższe niż szersze, mają wyraźną celulozową błonę, wyścieloną delikatną błonką protoplazmatyczną. W komórce znajduje się różna ilość (zależnie od gatunku) skręconych wstęg chlorofilowych. We wstęgach znajdują się, w nieregularnych odstępach, kuliste, bezbarwne ciała, zwane pirenoidami, które są otoczone ziarenkami skrobi. Jądro z jąderkiem znajduje się pośrodku lub z boku (cecha gatunkowa). Jądro otacza warstwa plazmy, od której odchodzą do obwodu komórki delikatne nici cytoplazmatyczne, tak że jądro jest jakby zawieszane na tych nitkach. Nitki plazmatyczne, często roz-

widlające się, dochodzą również do wstęg chlorofilowych w miejscu, gdzie znajdują się pirenoidy.

Wychodzi to wprawdzie poza temat rozdziału (artykułu), podam jednak sposób zakonserwowania skrętnicy, tak że zachowuje swą barwę i wygląda pod mikroskopem jak żywa. Taki materiał można mieć kilka lat w słoiku i dawać na ćwiczenia zamiast żywego.

Skrętnicę, najlepiej nawiniętą na rurkę z papieru lub luźno roztrzępaną w wodzie za pomocą pincety, zalewa się w probówce lub słoiku mieszaniną równych ilości formaliny 40%, alkoholu metylowego (może być również użyty alkohol etylowy 96%) i kwasu octowego lodowatego tak, aby płyn utrwalający stanowił co najmniej 50% pojemności słoika. Utrwala się przez 2-4 godzin, po czym płucze się w wodzie, przenosząc glony wraz z papierkiem do innego słoika, tak długo, aż zniknie ostry zapach kwasu octowego. Po wypłukaniu daje się glony do laktofenolu miedziowego, który przyrządza się następująco:

- 1) laktofenol 20 g fenolu krystalicznego
20 g kwasu mlekowego (c. wł. 1,21)
40 g gliceryny (purrissimum, c.wł. 1,25)
20 g wody destylowanej
- 2) 0,2 g chlorku miedzi w 50 ml wody destylowanej
0,2 g octanu miedzi w 45 ml wody destylowanej

Po rozpuszczeniu się soli zmieszać oba płyny i dodać 5 ml laktofenolu. Po 1 - 2 dniach przefiltrować. Płyn powinien być jasnoniebieski. Trzyma się 3-4 tygodnie. Jeśli zmieni barwę na zieloną, staje się nieużyteczny.

Utrwalone glony trzyma się w laktofenolu bez ograni-

czenia. Można też po 24 godzinach wypłukać wodą destylowaną i sporządzić preparaty trwałe w glicerynie.

Kopulację nitek, która prowadzi do wytworzenia się zygot, obserwować można głównie w lecie (czerwiec-lipiec) w czasie wysychania zbiorników wodnych, lub późną jesienią. Waty skrętnicy są wówczas koloru brązowego. Materiał ten możemy tylko zakonserwować lub zrobić trwałe preparaty, tak żeby go sobie przygotować do lekcji szkolnych późną jesienią. Podają wprawdzie sposoby wywołania kopulacji, a mianowicie hodowlę skrętnicy w 2-4% roztworze cukru, ale ten sposób zwykle się nie udaje. Radziłabym raczej przygotować preparaty w glicerynie lub octanie potasu. Octan kupuje się w proszku, robi nasycony roztwór w wodzie destylowanej, dodając jeszcze 1 cm 10% glukozy. Octan potasu ma tę zaletę, że nie plazmolizuje komórek. Tak preparaty w glicerynie, jak i w octanie potasu, trzymają się doskonale, wymagają jednak obramowania szkiełka nakrywkowego lakiem asfaltowym. Preparaty w glicerynie robi się bardzo łatwo: na szkiełko przedmiotowe daje się małą kroplę gliceryny i zamyka ostrożnie, tak ażeby gliceryna nie wylewała się poza brzegi szkiełka nakrywkowego. Asfalt przyrządza się w ten sposób: 115 g asfaltu (kupuje się w drogerii), 10 g oleju lnianego i 250 g terpentyny rozpuszcza się w cieple (najlepiej na łaźni wodnej). Jeśli jest asfalt za rzadki, zostawia się otwarty słoik, aż wyparuje. Oblewa się za pomocą cieniutkiego pędzelka brzegi szkiełka nakrywkowego. Pędzelek płucze się w ksylolu.

Morszczyzn (Fucus). Zbiera się nad Bałtykiem okazy wyrzucane przez falę lub zbiera się rośliny rosnące, przy-czepione do kamieni za pomocą przyłgi. Okazy suszy się

w bibułach, tak jak wyższe rośliny, czy też wprost na powietrzu. Jeśli chce się uczniom pokazać, jak wyglądają okazy żywe, na godzinę przed lekcją szkolną moczy się je w wodzie, stają się wówczas elastyczne. Materiał po lekcji można znowu wysuszyć i zachować na rok przyszły.

Konceptakula (rys.10) występują na końcach rozdętych plech, mają kształt jajowaty, są usiane drobnymi brodawczkami, wewnątrz mieszczą się lęgnię i plemnie. Znaleźć je można również na brzegu morskim, choć znacznie rzadziej; ponieważ jednak w szkole nie omawia się dokładnie ich budowy, wystarczy je również zasuszyć tak, jak wegetatywne części plechy. Ze względu na to, że materiał występuje rzadko, można sporządzić z nich stałą pomoc szkolną, oprawiając tak jak obraz pod szkło.

Toczek (Volvox) zbiera się siatką planktonową w małych zbiornikach wodnych. Jest to glon stosunkowo rzadko spotykany, i to tylko w ciepłym okresie wegetacyjnym. Jeśli jesień jest ciepła, można go jeszcze znaleźć z początkiem października. Niestety, utrzymać go można najwyżej 1 dzień, toteż aby mieć materiał lekcyjny, trzeba go zakonserwować w 2% formalinie. Straci żywozieloną barwę po zakonserwowaniu, tylko kolonie i w nich rozwinięte kolonie potomne widać dobrze. Materiał taki do ćwiczeń jest wprawdzie gorszy od żywego, jednak daje uczniom pojęcie, jak glon ten wygląda za życia. W formalinie można go przechowywać przez kilka lat.

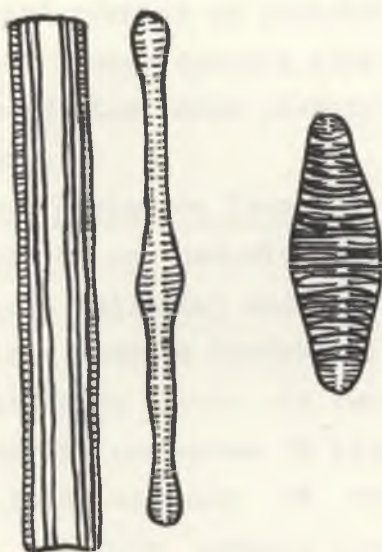
Łatwo można znaleźć żywe okrzemki (Diatomeae) (Rys.11) tak w lecie, jak i w zimie, w zimie występują nawet obficie. Zbiera się je na kamieniach w potokach lub rzekach, od nich pochodzi brunatna powłoka, która w zimie i jesienią

nadaje charakterystyczną barwę kamieniom. Okrzemki znajdują się też w dużej ilości w planktonie, można je więc również zbierać siatką planktonową z powierzchni wód. Żywe okrzemki koloru brunatnego poruszają się w preparacie żywo. Widać, że są to organizmy pokryte twardą błoną, która ma wyraźną skulpturę; że jest to błona wysycona krzemionką, musi objaśnić nauczyciel.

Grzyby (Fungi). Są to niesamożywne, bezzieleniowe organizmy. Dzielimy je ze względu na sposób rozrodu płciowego na trzy klasy: do pierwszej, tzw. Pleśniaków, czyli Glonowców (Phycomycetes) należy między innymi pleśniak biały (Mucor mucedo) i zaraza ziemniaczana (Phytophthora infestans).

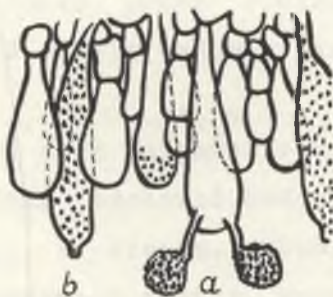
Pleśniak biały (Mucor mucedo). Grzyb ten wyrasta bez specjalnych zabiegów na wilgotnym chlebie, na białym serze, a także na nawozie końskim, trzymanym w wilgotnej atmosferze. Hodowlę należy założyć wcześniej, mniej więcej miesiąc naprzód. Gołym okiem widać szary meszek, który pokrywa pożywkę, pod lupą spostrzega się wyraźnie nitki grzyba rozrastające się w podłożu i las sterczących zarodni. Pod dużym powiększeniem mikroskopowym łatwo zauważyć, że grzybnia jest dużym, wielojądrowym komórczakiem, którego liczne, bardzo małe jądra są słabo widoczne. Z grzybni wznoszą się prostopadle w górę trzonki sporangialne zakończone główkowatą zarodnią.

Niedojrzałe zarodnie nie zmieniają się w wodzie, natomiast ścianka dojrzałej zarodni rozpływa się; pozostają z niej tylko kryształki szczawianu wapnia. Dlatego też należy początkowo oglądać pod mikroskopem zarodnie i zarodniki na sucho, dopiero następnie zamoczyć, obserwując



Rys. 11

Okrzemki



Rys. 12

Przekrój blaszki z kapelusza pieczarki:
a/podstawka z zarodnikami, b/cystidy

przy tym pękanie zarodni i wysypywanie się zarodników. Kolumellę można zobaczyć również po wypłukaniu dojrzałej zarodni wodą. Uczniowie widząc ogromną ilość zarodników, sami rozumieją, dlaczego tak łatwo pleśnieją w wilgoci różne produkty spożywcze.

Do drugiej klasy: Workowców (Ascomycetes) należą drożdże (Saccharomycetes). Są one jednokomórkowymi organizmami. Do obserwacji w szkole najlepiej nadają się drożdże winne, ponieważ mają znacznie większe komórki niż piwne. Można je kupić w sklepach, służą do wyrobu win owocowych.

Drożdże można barwić roztworem 1% błękitu metylenowego lub przyżyciowo na kolor czerwony 1% roztworem czerwieni obojętnej. W tym ostatnim wypadku barwią się na różowo wodniczki, a ziarnistości na kolor ciemnoczerwony. Widać je wówczas lepiej, bez użycia specjalnego oświetlenia. Zawierają one jako materiał zapasowy glikogen. Glikogen w komórkach można stwierdzić przez dodanie do preparatu odczynnika LUGOLA (J + KJ); wakuole barwią się wówczas na brunatno.

Jeśli nauczyciel chce zademonstrować pączkowanie, należy poprzedniego dnia nastawić hodowlę drożdży w roztworze cukru gronowego, w ciepłe. Obserwować można wówczas tworzenie się na komórkach małych wyniosłości, które się powiększają, w końcu dochodzą do wielkości komórki macierzystej i odgraniczają się od niej ścianką. Gdy pączkowanie odbywa się szybko, komórki nie oddzielają się od siebie i pozostają połączone w łańcuszki, które mogą być nawet rozgałęzione na boki. Gdy natomiast pączkowanie odbywa się wolno, komórki oddzielają się od siebie po wytworzeniu każdego nowego pączka.

Otrzymywanie zarodników wymaga skomplikowanych metod i zwykle nie jest demonstrowane w szkole.

Pędzlak (Penicillium) i kropidlak (Aspergillus). Te workowce można zebrać z psujących się owoców. Trzeba tylko zdjąć delikatnie biały puszek. Kropidlaka spotyka się częściej na gnijących pomidorach. Grzyby te hodować można też na wilgotnym chlebie, zwilżonym 10% roztworem cukru, trzymanym w wilgotnym pomieszczeniu, w temperaturze około 25 - 37°C. Początkowo rozwija się na chlebie pleśniak (Mucor), w dalszym etapie rozwija się jednak Penicillium, które pokrywa podłoże jakby pyłem swych niebieskozielonych zarodników. Obserwacje mikroskopowe najlepiej przeprowadzać w kropli gliceryny, do której wkrapla się kroplę alkoholu w celu wypędzenia baniek powietrza. Obserwować też można i grzybnię, choć zwykle się tego w szkole nie robi.

Przedstawicielem workowców jest również sporysz (Claviceps purpurea). Jego przetrwalniki (sklerocja) zbiera się w lecie z kłosów żyta. Składają się ze zbitej grzybni, z zewnątrz ciemnej, w środku jasnej. Przetrwalniki można pobudzić do rozwoju i pokazać tworzenie się owocników wraz z zarodnikami workowymi.

Tegoroczne przetrwalniki, zebrane w lecie, przesypuje się w doniczce suchą ziemią i wystawia na okres 50-60 dni na działanie mrozu lub przynajmniej niskiej temperatury, około 2-6°C. Po tym okresie przenosi się przetrwalniki na wilgotną bibułę, do płytek Petriego i trzyma się w miejscu słabo oświetlonym, w temperaturze około +12°C. Bibułę należy skrapiać wodą, ale tylko tak, by była wilgotna. Mniej więcej po tygodniu wyrosną z nich owocniki barwy różowokremowej, złożone z trzonek i główek. W główkach

znajdują się otocznie (peritecja) z workami, w każdym worku jest 8 nitkowatych zarodników, czyli spor. W warunkach naturalnych wiatr roznosi zarodniki na kwitnące kwiaty żyta. Przetrwalniki z owocnikami można utrwalić i w ten sposób wzbogacić zbiory gabinetu. Z główek można też zrobić preparaty w glicerynie lub glicerynie żelatynowej.

Preparaty w glicerynie żelatynowej sporządza się według przepisu podanego przez St. PELCA.

Zaraza ziemniaczana (Phytophthora infestans) należy do glonowców (Phycomycetes), zwykle omawia się ją razem z pasożytniczymi grzybami. Grzyba tego zbiera się zaraz po przekwitnięciu ziemniaków, kiedy na liściach ziemniaczanych pojawią się plamy. Plamy te są na górnej stronie liści ciemno zabarwione, mają odcień oliwkowy, na stronie dolnej są pokryte białym nalotem słabo widocznym. Grzyb jest najlepiej rozwinięty na brzegu plam.

Liście suszy się w bibułach, tak jak suszy się rośliny wyższe, można je też zakonserwować w alkoholu. Jeśli chce się oglądać pod mikroskopem zarodnie, należy wówczas lekko zeskrobać skalpelem biały nalot i przenieść na szkiełko podstawowe. Pod małym powiększeniem widać trzonki konidialne, zakończone jeszcze nie ukształtowanymi zarodnikami. Zarodnie dojrzałe, w kształcie cytrynki, o ostrym wierzchołku, łatwo odpadają, toteż zwykle nie można ich zaobserwować na trzonkach konidialnych, tylko oderwane. Ażeby zobaczyć dojrzałe zarodnie na trzonkach konidialnych, trzeba postępować bardzo ostrożnie i oglądać materiał na sucho pod szkiełkiem przykrywkowym. Można też obserwować trzonki zarodni wychodzące ze szparek oddechowych liści ziemniaka, na cienkich skrawkach wykonanych w rdzeniu bżowym. Można

też rozmoczyć liść w minimalnej ilości proszku do prania rozpuszczonego w wodzie, wówczas bez krajanja przez rozjaśnioną blaszkę liściową widać wychodzące ze szparek trzonki konidialne. Gdy zarodnia odpadnie, trzonki konidialne rosną dalej.

Do trzeciej klasy grzybów, czyli do Podstawczaków (Basidiomycetes) należy pieczarka (Psalliota campestris).

Pieczarkę można w większych ośrodkach kupić przez cały rok, dlatego też dogodnie można na niej pokazać budowę grzyba kapeluszowego. Na cienkim, podłużnym skrawku z trzonka owocnika można zaobserwować gołym okiem podłużnie przebiegające strzępki, które łatwo rozdzielić igielkami na pojedyncze włókienka. Na tym obiekcie można więc zdemontować budowę grzybni, która jest równocześnie plechą. Strzępki przebiegają na ogół równoległe do siebie, czasem jednak leżą ukośnie lub rozgałęziają się na boki, niejednokrotnie łączą się poprzecznymi wyrostkami ze sobą. Na obwodzie trzonu strzępki są węższe i bardziej zbite, na brzegu, to znaczy na samej powierzchni, mają brunatno zabarwione ścianki; we wnętrzu trzonu są ułożone natomiast znacznie luźniej, przebieg ich jest nieregularny, między nimi znajduje się powietrze.

Spód kapelusza we wczesnym stadium rozwoju grzyba jest pokryty osłonką (velum). Jest to cienka błonka złożona z płonych strzępek, która rozrywa się w miarę wzrostu kapelusza i pozostaje w formie strzępek na jego brzegach i pierścienia na trzonie. Na spodzie kapelusza znajdują się blaszki (hymenofor), na nich jest rozpięta oblócznia, czyli hymenium, w której wytwarzają się zarodniki. Zarodniki tworzą się u pieczarki po dwa na podstawkach (sterigma),

u innych grzybów kapeluszowych podstawki wytwarzają po cztery zarodniki. Pomiędzy podstawkami znajdują się duże, pojedyncze komórki (rys. 12), są to rozwierki (cystidy), Sterczą one swymi ostrymi końcami na zewnątrz. Ich rola polega prawdopodobnie na tym, że ułatwiają rozsiewanie się zarodników i służą jako narządy wydzielania wody lub rozpuszczonych produktów przemiany materii.

Pieczarkę można łatwo wyhodować w szkole. Do tego celu trzeba przygotować nawóz koński, zawierający dużo słomy, który trzeba uprzednio wysuszyć i rozkruszyć, ażeby nie był zbyt zbity. Nawóz układa się na dnie akwarium, następnie sadzi się na nim małymi kawałkami, w pewnych odstępach, grzybnię pieczarki (grzybnię kupuje się w sklepach nasienniczych), po czym przysypuje się wilgotną ziemią. Całe akwarium przykrywa się wilgotną ścięgą, którą stale trzeba zwilżać, tak żeby zawsze była wilgotna. Grzybni nie należy bowiem podlewać, trzeba ją jednak utrzymywać w stanie stałej wilgotności za pomocą tej właśnie wilgotnej ściěrki. Ażeby nie tak szybko wysychała, można ją jeszcze na zewnątrz przykryć ciemną płachtą, co przyda się również i dlatego, że grzybnia nie powinna być jasno oświetlona. Trzymać ją należy w temperaturze około 14°C. Po 3-4 tygodniach pojawiają się młode pieczarki, które szybko rosną, bo po 1 - 2 dniach osiągają swą maksymalną wielkość. Po zerwaniu pierwszego plonu pieczarek wyrastają nowe, ale hodowla wyczerpuje się i na tym się zwykle kończy. Wprawdzie pojawiają się jeszcze zawiązki owocników, te się już jednak nie rozwijają.

Huby (Polyporaceae) wycina się wraz z kawałkiem drewna i zwyczajnie suszy na powietrzu. Huby można przechowywać

wiele lat pod warunkiem, że będzie się je chronić przed toczącymi je owadami. Do pudełek, w których przechowuje się huby, musi się wkładać kulki chlorokoru, który jak wiadomo szybko wietrzeje. Jeśli wytnie się hubę wraz z kawałkiem drewna, na którym rosła, to można wskazać i na zniszczenie tkanki drewna przez pasożytniczego grzyba.

Rdzę żdźbłową (Puccinia graminis) zbiera się wraz z roślinami żywicielskimi i suszy, tak jak okazy zielnikowe roślin wyższych, pomiędzy dwoma kawałkami bibuły, najpierw prasując pod ciężarem, a potem w siatkach na wolnym powietrzu; przechowuje się w zielniku.

Formy ecydialnej i pyknidialnej należy szukać na berberysie w maju lub czerwcu. Występuje na liściach pod postacią czerwonych plamek dobrze widocznych. W lecie zbiera się liście pszenicy, pokryte rdzawym nalotem (uredinia), pod koniec okresu wegetacyjnego (u pszenicy wypada to przed sprzętem), zbiera się liście i żdźbła, na których obok rudych plam występują ciemne paski rdzy (telia).

Oglądanie urediniów i teliów odbywa się w ten sposób: porażone miejsca na roślinie zwilża się alkoholem, potem zeskrobuje skalpelem i ogląda w wodzie. Natomiast, jeśli chce się pokazać uczniom pod mikroskopem ecydia i pyknidy, musi się wykonać cienkie skrawki poprzeczne z liści, w których pasożytował grzyb. Jeśli skrawki na szkiełku przedmiotowym włoży się na 5 minut do mieszanki złożonej z 0,1 g błękitu anilinowego, 50 cm³ kwasu mlekowego i 100 cm³ wody destylowanej, to po przemyciu wodą i ogrzaniu w kropli kwasu mlekowego, komórki żywiciela nie zabarwią się, podczas gdy strzępki i ssawki barwią się silnie. Takie prepa-

raty mikroskopowe można przechowywać w glicerynie żelatynowej, ażeby nie robić ich corocznie.

Głownie i śniecie (Ustilaginales) zbiera się w lecie i suszy jako materiał zielnikowy.

Parch jabłoni i grusz (Fusicladium dendriticum i F. pirinum), jest u nas niestety tak pospolity, że możemy zawsze dostać popękane owoce o skorkowaciałych brzegach ran.

Rodniowce (Archegoniatae) są to rośliny rozmnażające się płciowo za pomocą jaja ukrytego w rodni, zapłodnianego przez plemnik wytworzony w plemni. Do rodniowców należą Mszaki (Musci) i Paprotniki (Pteridophyta).

Płonnik (Polytrichum commune). Ten pospolity mech zbiera się w okresie wegetacyjnym. Występuje zarówno na mokradłach, jak też i w wilgotnych lasach. Przechowuje się w stanie suszonym. Gdy w czasie lekcji zanurzy się płonnik do szklanki z wodą, po chwili nią nasiąknie i wygląda jak żywy. Z końcem maja lub początkiem czerwca znajduje się roślinki z rozwiniętymi lęgniami i plemniami, tzw. "kwiatami mchu". Sprzedają je nieraz na placach targowych jako ozdobne bukietki. Suszy się je, podobnie jak rośliny wyższe, w bibułach lub też można je zakonserwować w formalinie. Ze szczytu gametofitu, a więc z "kwiatu mchu", można łatwo wypreparować igielką rodnie lub plemnie i pokazać je młodzieży pod mikroskopem. Wbrew mniemaniom wyciąganie rodni i plemni nie przedstawia większych trudności, (nauczyciel sam powinien wypróbować przed lekcją). Rodnie i plemnie są duże, dlatego też nadają się doskonale do demonstracji organów rozrodczych rodniowców.

Sporofity należy zbierać dwukrotnie: po raz pierwszy, gdy puszki zarodniowe są jeszcze nie dojrzałe i tkwi na nich czapeczka (calyptra), która w starszym stadium łatwo odpada, po raz drugi, gdy puszka już dojrzeje i zawiera dojrzałe zarodniki, które posłużą do hodowli splotków.

Rąbek puszki (peristomium) można pokazać uczniom na poprzecznym skrawku przez brzeg puszki. Ogląda się na suchym szkiełku przedmiotowym pod małym powiększeniem. Widać ostre ząbki, które gdy się chuchnie, nachylają się ku wewnątrz. Jest to więc urządzenie higroskopijne, które pod wpływem zmian wilgotności otwiera i zamyka puszkę, raz stulając się ku środkowi, a drugi raz odchylając na zewnątrz. W czasie otwarcia puszki zarodniki wypadają i rozsiewa je wiatr. Na przekroju poprzecznym puszki widać gołym okiem kolumienkę (columella).

Splotki mchu hoduje się na szkiełku podstawowym w kropli wody. Szkiełko z wysianymi zarodnikami trzyma się pod kloszem w wilgotnej atmosferze. Hodowlę wystarczy nastawić tydzień naprzód. Na starszych splotkach widać ukośne ścianki komórek, po których można odróżnić splotki mchów od nitek glonów.

Zarodniki płonnika można też wysiać na wilgotną cegłę, zanurzoną jednym końcem w wodzie lub na wymoczoną w wodzie doniczkę, którą przykrywa się kloszem. Trzeba je jednak do pokazu zdejmować, a to utrudnia ćwiczenia.

Paprocie (Filicales).

Ażeby mieć materiał do lekcji szkolnych, trzeba ususzyć w lecie liście paproci narecznicy samczej (Dryopteris filix mas). Trzeba przy tym zwrócić uwagę, ażeby zebrane liście miały zarodnie w różnych stadiach rozwoju. Suszy

się je w bibułach, tak jak rośliny kwiatowe. Na nich będzie można oglądać w czasie lekcji w zimie zarodnie z zarodnikami. Już gołym okiem widać kupki zarodni, pod lupą ogląda się zawijki. Zawijki mają kształt sercowato-nerkowaty, młode są jasne, w czasie dojrzewania brunatnieją i kurczą się, tak że już nie przykrywają całych kupek. Zawijka jest osadzona na trzonku, nosi nazwę górnej. Same zarodnie siedzą ponad nerwem na poduszeczkowatym wzniesieniu, tzw. łożysku.

Zarodnie są cienkościenne, wznoszą się na trzonku, otacza je grubościenny pierścień złożony z komórek. Jeśli zarodnie są dojrzałe, a jeszcze nie otwarte, można je umieścić w wodzie pod szkiełkiem nakrywkowym, a następnie na brzegu szkiełka nakrywkowego dać kroplę gliceryny; w miarę wsiąkania gliceryny pod szkiełko nakrywkowe zarodnie otwierają się i pierścień staje się wklęsły. Zarodniki są pokryte siateczkowo połączonymi ze sobą listewkami.

Szparki najlepiej oglądać na skórcie ściągniętej z dolnej strony liścia jakiegokolwiek pokojowej paprotki. Można za pomocą kropli gliceryny wywołać zamykanie się, a po dodaniu kropli wody otwieranie się szparek.

Anatomiczną budowę ogonka liściowego lub kłącza można pokazać na przekrojach z konserwowanego materiału w formalinie.

H o d o w l a p r e d r o ś l a p a p r o c i

Liście paproci z dojrzałymi zarodnikami wkłada się do gazet, ażeby było można bez trudności zebrać wysypane zarodniki. Trzeba zaznaczyć, że lepiej kiełkują zarodniki

egzotycznych paproci, które u nas hoduje się w szklarniach i doniczkach. Dlatego w szklarniach na ścianach doniczek można często znaleźć przedrośla. Do hodowli najlepiej użyć zarodników: Nephrolepis, Adiantum, Polystichum. Hodowlę trzeba założyć 4-5 miesięcy wcześniej.

Według jednego z podanych sposobów, wyprażoną ziemię torfową - celem zabicia zarodników innych organizmów - układa się cienką warstwą na dnie płytki Petriego, skrapla wodą tak, by była równomiernie wilgotna; podlewać należy jednak bardzo ostrożnie, na brzegu płytki. Hodowlę trzeba trzymać w ciepłe i na świetle, lecz nie w pełnym słońcu.

Hodowlę można też założyć na płytce torfu, uprzednio wyprażonej. Płytkę torfową obsiewa się zarodnikami paproci i trzyma pod kloszem na talerzyku, na który stale dolewa się wody, wsiąkającej w torf. Podobnie jak w pierwszym wypadku, hodowlę należy trzymać w miejscu ciepłym, jasnym, ale nie wprost na słońcu.

Przedrośla można też hodować na powierzchni nowej doniczki, którą uprzednio moczy się przez dobę w wodzie. Doniczkę (małą) odwraca się do góry dnem, umieszcza na talerzu, na który nalewa się wody, obsiewa zarodnikami i przykrywa kloszem. Na talerzu musi zawsze znajdować się woda, która wsiąka w porowatą doniczkę. Zielone przedrośla dobrze odznaczają się na brązowym tle doniczki, łatwo je zdjąć igłą preparacyjną. Jest to więc dobry sposób hodowli. Hodowlę, podobnie jak poprzednio, należy trzymać w miejscu ciepłym, jasnym, ale nie słonecznym.

Można też przedrośla hodować w płytkach Petriego na wysterylizowanej pożywce agarowej, którą przyrządza się podobnie jak dla bakterii, tylko zamiast wyciągu bulionu

daje się wyciągu roślinnego. Wyciąg można zrobić wygotowując suszone śliwki w wodzie, którą następnie używa się do pożywki agarowej. Na stężonej pożywce sieje się zarodniki i przykrywa wieczkiem. Rosnące przedrośla widać doskonale na przeźroczystym agarze.

Wyrosłe przedrośla mają kształt małych, sercowatych listków żywo zielonych. Zdejmuje się je pincetą. Jeśli rosły na ziemi, trzeba je zanurzyć w wodzie i delikatnie poruszać, ażeby zmyć przyklepione cząstki ziemi. Następnie kładzie się przedrośle na szkiełku podstawowym dolną stroną do góry. Jest ono w środkowej części wielowarstwowe, z boków jest plecha jednowarstwowa. Wzdłuż linii środkowej przedrośla wyrastają długie, wielokomórkowe włośniki (rhizoidy), które szybko obumierają. Niektóre komórki wyrastają w brodawkowe twory. Na młodych przedroślach znajdują się tylko męskie narządy rozrodcze: plemnie (antheridia), na starszych występują także i rodnie (archegonia). Jednowarstwowe, beczułkowate plemnice znajdują się w tylnej części przedrośla pomiędzy włosnikami (rhizoidy). Zawierają plemniki lub są puste, jeśli plemniki już wypłynęły. Jeśli przedrośla nie były poprzednio bardzo wilgotne, można obserwować pod wpływem dodanej wody wydostawanie się plemników wskutek pęcznienia komórek ściennych plemni. Plemniki poruszają się w wodzie, kręcąc się wokół swej osi. Trwa to 30 minut, po tym czasie ruch plemników ustaje. Ruch plemników można też obserwować po dodaniu na brzeg szkiełka 0,3% kwasu jabłkowego, który jest wydzielany przez szyjkę otwartej i dojrzałej rodni. Zamiast kwasu można użyć po prostu kawałka jabłka.

Rodnie znajdują się w przednim wycięciu przedrośla.

Zwykle w samym wycięciu są najmłodsze, niedojrzałe rodnie, ku obwodowi występują dojrzałe, ale nie otwarte, potem dojrzałe otwarte i w końcu najstarsze obumarłe, brunatne. Narządy rozrodcze żeńskie wystają ponad powierzchnię przedrośla swymi szyjkami odwróconymi od przedniego wcięcia, a więc nachylonymi w przeciwnym kierunku. Część brzuszna z jajem jest zanurzona w tkance przedrośla. Czasami udaje się nawet zaobserwować zapłodnienie.

Skrzypy (Equisetales) zbiera się w okresie wegetacyjnym. Dojrzałe kłody zarodnikonośne wysypują na bibułę duże ilości zarodników pod postacią ciemnooliwkowej masy. Można je przechować w probówce lub w kopertkach. Na zarodnikach oglądanych pod mikroskopem w czasie lekcji, widać obecność trzech błon, z których zewnętrzna jest pocięta na 4 paski przyłączone w jednym miejscu. Gdy chuchnie się na zarodniki, pod wpływem pary wodnej błona zwija się, a następnie rozwija. Zarodniki szczepiają się ze sobą za pomocą tych błon. Wprawdzie zarodniki morfologicznie są jednakowe, lecz wyrastają z nich jednopłciowe przedrośla; muszą więc być między nimi jakieś fizjologiczne różnice.

Jeśli nauczyciel chce zademonstrować wysycenie krzemionką błon komórkowych skrzypów, to może pędy spalić, a następnie obserwować pod mikroskopem wyprażone szkielety krzemionkowe.

Widłaki (Lycopodiales). Ponieważ są to rośliny na ogół rzadkie, a w dodatku chronione, trzeba zebrać materiał z najpospolitszych u nas gatunków jak: *Lycopodium clavatum* lub *L. annotinum*, wysuszyć, oprawić pod szkło i używać z roku na rok. Przechowują się dobrze, ponieważ są to rośliny sztywne i twarde.

Rośliny nasienne (Spermatophyta)

Rośliny nagozalążkowe (Gymnospernae) w naszej florze są reprezentowane przez szpilkowe. W szkole przerąbia się zwykle cykl życiowy nagozalążkowych na świerku lub sośnie. Materiał lekcyjny przypada w zimie, łatwo jest wówczas postarac się o gałązki, natomiast kwiaty należy zebrać i utrwalić w alkoholu lub 4% formalinie w okresie kwitnienia; i to osobno kwiaty żeńskie, a osobno męskie. Na wycieczce w maju lub z początkiem czerwca trzeba uczniom pokazać żywe kwiaty świerka lub sosny. Wtedy też trzeba wysypać pyłek z kwiatów męskich i przechowywać go w probówce lub kopertkach. Na ćwiczeniach najlepiej pokazać ziarna pyłku w kropli wody, wówczas napęcznieją błony, widać dokładnie rozdęcie eksyny. Kwiaty wyjęte z konserwującego płynu ogląda się pod lupą, widać w kwiatkach męskich pręciki, a w żeńskich łuski nasienne z zalążkami.

Budowę i kiełkowanie nasienia najlepiej oglądać na nasionach sosny lub świerka. Nasiona dojrzewają w październiku, dlatego należy je wówczas zbierać. Nasiona są pokryte łupiną nasienną silnie zgrubiałą, pod nią występuje biały, nieprzeźroczysty zarodek, otoczony prabielmem wypełnionym materiałami zapasowymi. Zarodek na przekroju podłużnym ma dobrze widoczne zwinięte liścienie, między którymi znajduje się wierzchołek wzrostu łodygi, część podliścieniowa, która bez wyraźnej granicy przechodzi w korzonek. Gdy dojrzałe nasienie umieści się na wilgotnej bibule w płytce Petriego, i trzymając w temperaturze pokojowej dolewa się stale wody, nasiona wykiełkują po kilku dniach. Najpierw wychodzi korzonek, potem zwinięte razem liścienie,

wynosząc na swym wierzchołku pękniętą łupinę nasienną, W następnym stadium liścienie otwierają się, zrzucając łupinkę, widać, że nagozalążkowe posiadają kilka liścieni (sosna ma 6 liścieni, świerk 9).

* Kiełkowanie ziarn pyłku u okrytonasiennych (Angiosperme)

Do kiełkowania należy użyć świeżego pyłku. Kładzie się go na szkiełkach przedmiotowych do kropli pożywki nie przykrywając szkiełkami nakrywkowymi; trzyma się pod kloszem, na talerzu wyłożonym wilgotną bibułą. Szkiełka najlepiej ułożyć jedno na drugim na metalowym stelażu, w ten sposób można przygotować dla całej grupy uczniów materiał do ćwiczeń. Dbać należy o to, by bibuła była wilgotna. Pyłek kiełkuje po 24-36 godzinach. Do wykiełkowania można użyć czystej wody lub roztworu cukru; pyłek tylko niektórych roślin kiełkuje wprost na szkle lub w wilgotnej atmosferze. Stwierdzono, że im większa koncentracja cukru na znamieniu, tym wyższej koncentracji cukru wymaga pyłek do kiełkowania. Ustalono następujące pożywki dla różnych pyłków roślin:

Amarylis	kiełkuje	w	8%	roztworze	cukru
Konwalia	"	w	5%	"	"
Hycyent	"	w	2%	"	"
Tulipan	"	w	2%	"	"
Narcyz	"	w	5-10%	"	"

Pierwiosnek kiełkuje w wodzie, do której trzeba dodać wyciągu ze znamienia. W ogóle kiełkowanie przyspiesza sok wyciśnięty ze znamienia. Jeśli do pożywki doda się 1% agaru lub żelatyny i rozprowadzi się warstewką na szkiełku przed-

miotowym, to łągiewki pyłkowe bardzo ładnie się rozrastają. Można wówczas z łatwością barwić różnymi barwnikami: jak czerwienią obojętną lub zielenią Janusa w rozcieńczeniu 1:10.000. Można w ten sposób pokazać wędrówki jąder do łągiewki pyłkowej. W żywej łągiewce można natomiast obserwować ruchy plazmy, a w zabarwionej - jądro wegetatywne wykazujące objawy degeneracji oraz oba jądra plemnikowe.

LITERATURA

- A. FILUTOWICZ, A. KUZDOWICZ, MIKROTECHNIKA ROŚLINNA,
PWRiL, 1951.
- FIODOROW, ĆWICZENIA PRAKTYCZNE Z MIKROBIOLOGII, PWRiL,
1952.
- SCHÄFFER-EDDELBUTTEL, BIOLOGISCHES ARBEITSBUCH, Berlin
1933
- STRASSBURGER E., KRÓTKI PRZEWODNIK DO ZAJĘĆ PRAKTYCZNYCH
Z BOTANIKI MIKROSKOPOWEJ. Wydawnictwo Arcta w Warsza-
wie, 1924.