

ZAJĘCIA nr 4

ZAGADNIENIA TEORETYCZNE DO PRZYGOTOWANIA NA ĆWICZENIE: „Mszaki i paprotniki”

Budowa morfologiczna i anatomiczna gametofitu i sporofitu : (1) mszaków (wątrobowce, mchy) i (2) paprotników (widłakowe, skrzypowe, paprociowe)

LITERATURA

1. Szwejkowsky A.J.: *Botanika*. PWN, Warszawa 2012.
2. Podbielkowski Z.: *Rośliny zarodnikowe*. PWN, Warszawa 1986.

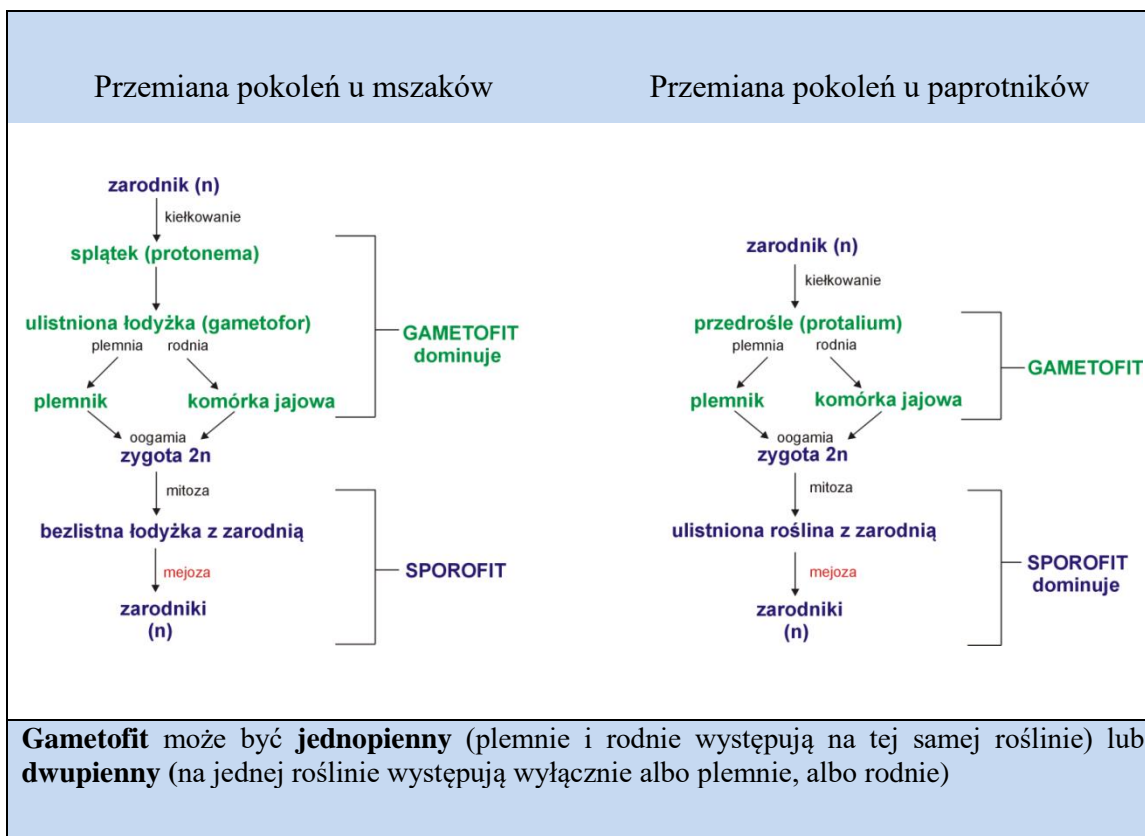
I. Część teoretyczna

Mszaki i paprotniki (widłakowe, skrzypowe, paprociowe) to w większości rośliny lądowe; tylko niektóre wtórnie opanowały środowisko wodne. Należą do gromady *Telomophyta* (*telom* - oś zakończona zarodnią). Mszaki wykształciły po raz pierwszy tkankę okrywającą i miękiszową, a paprotniki - tkankę wzmacniającą i przewodzącą.

W ich cyklu życiowym (patrz schemat poniżej) występuje heteromorficzna przemiana pokoleń :

- pokolenie rozmnażające się płciowo – **gametofit** (wytwarza gametangia męskie – plemniki i gametangia żeńskie- rodnie); **dominuje u mszaków**;
- pokolenie rozmnażające się bezpłciowo - **sporofit** (wytwarza zarodniki - mejospory); **dominuje u paprotników**.

Zapłodnienie odbywa się na drodze oogamii przy udziale wody.

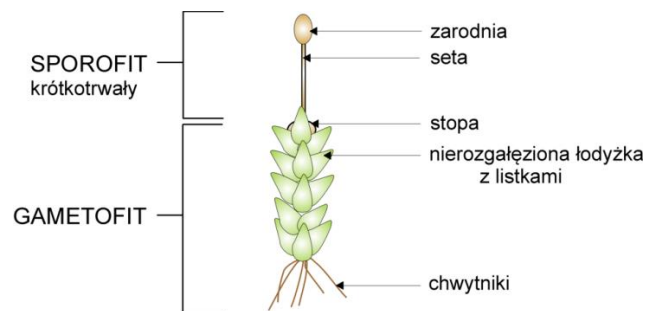


Mszaki (*Bryophytina*)

Podgromada ta obejmuje rośliny lądowe stojące na pograniczu plechowców i organowców.

Haploidalny gametofit (pokolenie dominujące) występuje początkowo w postaci spletku (protonema; stadium młodociane gametofitu), a później – ulistnionej łodyżki (gametofor), która jest przymocowana do podłoża chwytnikami (ryzoidami) (mszaki nie mają korzeni). Wielokomórkowe plemniki wytwarzają ruchome plemniki, a rodnie – nieruchomą komórkę jajową. Plemniki i rodnie tworzą skupienia, odpowiednio: plemnio stany i rodniostany na tym samym osobniku (jednopiennność) lub na różnych osobnikach (dwupięnnność). Zapłodnienie odbywa się na drodze oogamii przy udziale wody i jest uwarunkowane chemotaksją (rodnie wydzielają związki chemiczne, które przywabiają plemniki). Diploidalny sporofit wyrasta z gametofitu i odżywia się jego kosztem (tj. pobiera wodę, sole mineralne oraz produkty asymilacji). Składa się ze stopy (wraść w

gametofit), sety (wynosi zarodnię) i sporangium (zarodnia). Zarodniki (izospory) powstają w tkance archesporialnej zarodni; mogą być one niezróżnicowane płciowo (np. u torfowców) lub zdeterminowane płciowo (np. u płońników). Ściana komórkowa zarodników zawiera sporopoleninę (związek tłuszczowy), która chroni je przed wysychaniem. Po wyprodukowaniu zarodników sporofit ginie. Mszaki rozmnażają się także przez fragmentację rośliny (tj. gametofitu) lub rozmnożki.



Elementy gametofitu i sporofitu

Podgromada *Bryophytina* obejmuje 2 klasy:

- **Wątrobowce (*Hepaticopsida*)** - 8000 gatunków; w Polsce ponad 220. Przedstawiciele: *Marchantia polymorpha* (porostnica wielokształtna), *Ricciocarpos natans* (wglębik pływający), *Riccia fluitans* (wglębka wodna), *Pellia niesiana* (pleszanka płaska), *Riccardia chamedryfolia* (lśniątka zatokowa), *Chiloscyphus pallescens* (wargowiec biały), *Jungermannia leiantha* (meszek językolistny).

Gametofit jest przytwierdzony do podłoża chwytnikami; początkowo ma postać kilkukomórkowego splątka, a następnie rozwija się w formę plechową (np. u porostnicy wielokształtnej) lub w ulistnioną łodyżkę (np. u meszka językolistnego). U porostnicy wielokształtnej (*Marchantia polymorpha*; pospolita w Polsce) gametofit jest dwupienny. Posiada plechę rozgałęziającą się dichotomicznie, na której tworzą się plemnio stany (mają postać tarczki) lub rodniostany (mają postać „parasolek”). W wyniku licznych podziałów mitotycznych w rodnach powstają komórki jajowe, a w plemniach ruchliwe plemniki. Do zapłodnienia dochodzi w rodni przy udziale wody; powstała zygota (2n) rozwija się w sporofit. Składa się on z krótkiej stopy i sety oraz

kulistej, bezwieczkowej zarodni. W zarodni, w wyniku mejozy, powstają mejospory, które są zróżnicowane płciowo „+” i „-”. Opuszczają one zarodnię przy pomocy elater (tzw. sprężyc) i kielkują w splątek. Porostnica wielokształtna rozmnaża się także wegetatywnie przez fragmentację plechy lub rozmnożki.

○ **Mchy (*Bryopsida*)** - trzy podklasy:

Torfowce (*Shagnidae*)
ok. 200 gatunków

np. *Sphagnum rubellum*
(torfowiec czerwonawy)
Sphagnum moss (mech
torfowiec)

Płonnik (*Polytrichae*)
ok. 400 gatunków

np. *Polytrichum commune*
(płonnik pospolity)

Prątniki (*Bryidae*)
ok. 9000 gatunków

np. *Bryum entemu* (prątnik srebrzysty),
Mnium hornum (merzyk groblowy),
Climacium dendroides (drabik
drzewkowaty), *Fontinalis antipyretica*
(zdrojek pospolity), *Cratoneuron
filicinum* (żebrowiec paprociowaty),
Hypnum pratense (rokiet łąkowy)

Rosną na różnych podłożach, między innymi na torfowiskach (*Sphagnum* sp.), suchej ziemi, (np. *Polytrichum commune* - płonnik pospolity), piaskach (np. *Polytrichum piliferum* - płonnik włosisty), korze drzew (np. *Leucodon sciuroides* - białoząb), skałach (np. *Neckera crispa* – miechera kędzierzawa), w lasach (np. *Mnium hornum* - merzyk groblowy; *Entodon schreberi* – rókietnik Schrebera) i wodach (np. *Fontinalis antipyretica* (zdrojek pospolity)).

Mchy mają wykształconą tkankę okrywającą i mięksiszową oraz prototyp tkanki wzmacniającej (np. żeberka) i elementów przewodzących: leptoidy (komórki rozprowadzające asymilaty) i hydroidy (komórki rozprowadzające wodę). Zarówno łodyżki, jak i liście charakteryzują się dużą higroskopijnością i wykazują znaczną wytrzymałość na suszę.

Charakterystyka gametofitu (splątka i gametoforu) oraz sporofitu mchów

Torfowce (*Sphagnidae*)

Splątek: plechowaty, łatkowaty, nieregularnie rozgałęziony, zbudowany z jednej warstwy komórek; przytwierdzony jest chwytnikami; wyrasta z niego 1 gametofor; po czym zanika.

Gametofor: ulistniona łodyżka, przymocowana do podłoża chwytnikami (zanikają podczas wzrostu gametoforu); krótkie rozgałęzienia tworzą na szczycie „główkę”; łodyżka: obecna tkanka miękiszowa, komórki wzmacniające oraz martwe komórki retortowe (gromadzą duże ilości wody); liście: owalne, zbudowane z jednej warstwy komórek: asymilacyjnych (z chloroplastami) i wodonośnych (duże, martwe, z porami w ścianach), brak żeberka wzmacniającego; gametofor jednopienny: plemniki powstają w kątach liści, a rodnie (wyniesione na trzoneczkach) - na szczycie główek.

Sporofit: wyniesiony przez pseudopodium (tj. trzoneczka wyrastającego bezpośrednio z rodni, jest haploidalny); brak stopy; krótka seta, kulista zarodnia z wyraźną kolumienką; między ścianą zarodni a kolumienką występuje tkanka archesporialna; zarodnia otwiera się wieczkiem; zarodniki (izospory) są aktywnie wyrzucane.

Plonniki (*Polytrichae*)

Splątek: nitkowaty, wyrasta z niego 1 gametofor; u niektórych gatunków splątek jest trwały (nie zanika).

Gametofor: najczęściej ulistniona łodyżka z chwytnikami; łodyżka: pod epidermą znajdują się komórki wzmacniające, a w środku komórki przewodzące: hydroidy i leptoidy; liście wielowarstwowe: epiderma, tkanka miękiszowa (asymilacyjna w postaci lamelli) i żeberko utworzone przez grubościenną komórkę wzmacniającą i cienkościenne komórki przewodzące. Gametofor dwupienny: na szczycie męskiego znajdują się skupienia plemni (perygonia), a na szczycie żeńskiego - skupienia rodni (perychecja).

Sporofit: długa seta; zarodnia: wydłużona z kolumienką, otwiera się wieczkiem z ozębnią (pierścieni ząbków na brzegu zarodni), okryta kaliptrą (czepkiem z długimi włoskami) – pozostałość po rodni.

Prątniki (*Bryidae*)

Splątek: nitkowaty, silnie rozgałęziony; wyrasta z niego kilka gametoforów.

Gametofor: ulistniona rozgałęziająca się łodyżka z chwytnikami; liście wydłużone, jednowarstwowe (utworzone z komórek asymilacyjnych) i wzmocnione wielokomórkowym żeberkiem; Gametofor jednopienny: perygonia i perychecja powstają na szczycie gałązek.

Sporofit: długa seta, zarodnia wydłużona z kolumienką, okryta czepkiem, otwiera się wieczkiem, u większości gatunków z ozębnią.

Znaczenie mszaków:

W medycynie wykorzystuje się borowinę, czyli torf o dużym stopniu humifikacji (torfowce *Sphagnum*). Wykazuje ona działanie bakteriobójcze, przeciwzapalne, oczyszczające, regenerujące i przeciwalergiczne. Preparaty borowinowe w postaci okładów, kąpeli oraz maści dają stosowane są w leczeniu reumatyzmu, schorzeń układu ruchu, ginekologicznych, łuszczycy oraz przewlekłych trądzików. Kosmetyki

produkowane na bazie borowiny używa się w zabiegach odmładzających, modelujących, antycellulitowych i odchudzających.

Paprotniki

To najstarsze żyjące rośliny naczyniowe, których rozkwit nastąpił w erze paleozoicznej.

Współczesne paprotniki zalicza się do trzech podgromad:

Widłakowe (*Lycophytina*)
ok. 1000 gatunków

np. *Lycopodium clavatum* (widłak goździsty), *Lycopodium annotinum* (widłak jałowcowaty), *Selaginella selaginoides* (widliczka ostrozębna), *Isoetes lacustris* (poryblin jeziorny)

Skrzypowe (*Sphenophytina*)
ok. 30 gatunków

np. *Equisetum arvense* (skrzyp polny), *Equisetum pratense* (skrzyp łąkowy), *Equisetum sylvaticum* (skrzyp leśny), *Equisetum palustre* (skrzyp błotny)

Paprociowe (*Pterophytina*)
ok. 10 000 gatunków

np. *Ophioglossum vulgatum* (nasięźrzał pospolity), *Botrychium lunaria* (podejrzon księżycowy), *Dryopteris filix-mas* (nerecznica samcza), *Polypodium vulgare* (paprotka zwyczajna), *Pteridium aquilinum* (orlica pospolita), *Athyrium filix-femina* (wietlica samcza), *Matteuccia struthiopteris* (pióropusznik strusi), *Asplenium ruta-muraria* (zanokcica murowa), *Salvinia natans*

Charakterystyka ogólna:

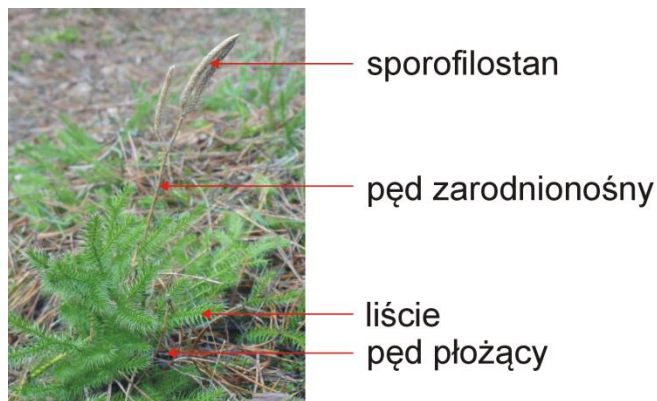
- o typowe organowce- zbudowane są z łodygiw postaci kłączy lub rozłogów, liści właściwych i korzeni przybyszowych. Liściedzieli się na trofofile (asymilacyjne) i sporofile (zarodnikonośne - na nich powstają zarodnie z zarodnikami). Zgrupowania sporofili to sporofilostany (kłosy zarodnikonośne),
- o w rozwoju dominuje pokolenie bezpłciowe – diploidalny sporofit. Gametofit czyli pokolenie płciowe jest niepozornyw postaci przedrośla (protalium); cudzożywny u widłaków i samożywny u skrzypowych i paprociowych. Zapłodnienie odbywa się na drodze oogamii z udziałem wody (podobnie jak u mszaków).

Widłakowe (*Lycophytina*)

Podgromada ta obejmuje trzy klasy:

widłaki jednazarodnikowe (*Lycopsidea*) - w Polsce występuje 7 gatunków, najczęściej *Lycopodium clavatum* (widłak goździsty; zdjęcie poniżej). Rosną w lasach, na torfowiskach i wrzosowiskach. Sporofitem jest skrętolegle ulistniona łodyga w postaci nadziemnych rozłogów (płożących się i wzniesionych). Liście trofofilowe (asymilacyjne) są drobne, lancetowate z pojedynczym nerwem i

jęczyzkiem – ligulą. Liście sprofilowe zebrane są najczęściej w złociste kłosy – sporofilostany. W kątach, sporofilii (na ich górnej stronie) umieszczone są



Sporofit *Lycopodium clavatum*

pojedynczo nerkowate zarodnie, które wywarzają zarodniki nieodróżniane morfologicznie i płciowo (jednakowe). Zarodniki kiełkują w ziemi po 6-7 latach i tworzą bulwkowate przedrośla (gametofit), które rozwijają się dalej w przypadku wejścia w mikoryzę z odpowiednim grzybem (np. *Zygomycota*). Gametofit wytwarza dwuwiciowe plemniki; przenikają one do rodni w kropli wody. Powstała zygota po licznych podziałach rozwija się w zarodek, który następnie przekształca się we właściwą roślinę (sporofit). Cały cykl rozwojowy widłaków może trwać nawet kilkanaście lat. **Wszystkie widłakowe, ze względu na powolny rozwój, są objęte ochroną**; dla celów farmaceutycznych można zbierać jedynie sporofilostany. Zarodniki *Lycopodium clavatum* są doskonałą zasypką na trudno gojące się rany, na alergiczne skórne zmiany oraz przy łuszczycy. Zalecane są przy schorzeniach dróg moczowych, piasku w nerkach i schorzeniach wątroby. Z *Herba Selaginis* (ziele *Lycopodium selago*) pozyskuje się alkaloid selaginę, którą stosuje się w terapii jaskry i innych chorób oczu.

- **widlaki różnozarodnikowe (*Isoëtopsida*)** –Większość gatunków żyła w erze paleozoicznej tworząc formy drzewiaste dochodzące do 30 m wysokości, zdolne do wtórnego przyrostu na grubość. Do współcześnie żyjących należy poryblin jeziorny (*Isoëtes lacustris*). W odróżnieniu od form koplanych, sporofit *Isoëtes lacustris* to krótka bulwiasta łodyga, przymocowana do podłoża (dna jeziora) rozgałęzionymi dychotomicznie korzeniami. Z łodygi wyrasta pióropusz sztywnych sztywnych sztywnych liści;

u ich nasady znajdują się zarodnie: mikrosporangia i makrosporangia, wytwarzające odpowiednio: mikrospory i makrospory; oba typy są zróżnicowane płciowo. Z mikrospor rozwijają się małe przedrośla męskie (wytwarzają plemniki posiadające wiele wici), a z makrospor – nieco większe przedrośla żeńskie.

- **widliczki** (*Selaginellopsida*) - rosną głównie w klimacie tropikalnym; około 700 gatunków; w Polsce występują dwa chronione gatunki: *Selaginella helvetica* (widliczka szwajcarska) i *Selaginella selaginoides* (widliczka ostrozębna). Sporofit widliczki ostrozębnej składa się z rozgałęzionej i wzniesionej łodygi ze spiralnie ułożonymi liśćmi (trofofile i sporofile) oraz korzeni. Liście zarodnionośne skupione są w sporofilostany (strobile). W górnej części sporofilostanu znajdują się liście z mikrosporangiami (powstają w nich liczne mikrospory), a w dolnej części – liście z makrosporangiami (w każdym powstają 4 makrospory, z których często 3 degenerują). Oba typy zarodników pozostają w zarodniach i kielkują: makrospora w wielokomórkowe przedrośle żeńskie (tj. gametofit żeński – wytwarza rodnie), a mikrospora w kilkukomórkowe przedrośle męskie (tj. gametofit męski – wytwarza plemniki). Plemniki (dwuwiciowe) dostają się w kropli rosy do dolnej części kłosa i wnikają do rodni. Po zapłodnieniu, zygota rozwija się w sporofit. Proces ten zachodzi początkowo w obrębie gametofitu żeńskiego. Następnie sporofit (wraz z przedroślem żeńskim) wypada na glebę i wytwarza korzenie.

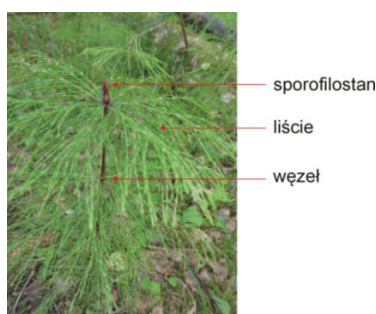
Skrzypowe (Sphenophytina)

Podgromada obejmuje 30 gatunków z rodzaju *Equisetum*, które występują głównie w krajach o klimacie umiarkowanym. Do pospolitych należą: *Equisetum arvense* (skrzyp polny), *Equisetum pratense* (skrzyp łąkowy), *Equisetum sylvaticum* (skrzyp leśny) i *Equisetum palustre* (skrzyp błotny).

Sporofit występuje w postaci pędu podziemnego (kłącza) i pędu nadziemnego (łodygi z liśćmi); oba pędy są zróżnicowane na węzły i międzywęzła. Z węzłów kłacza wyrastają korzenie i liście; a z węzłów pędu nadziemnego - rozgałęzienia łodygi i liście w okółkach. Wzrost międzywęzła warunkuje tkanka merystematyczna (tzw. merystem wstawkowy).

Wyróżnia się 2 rodzaje pędów nadziemnych:

- o bezzieleniowy pęd sporofilowy zakończony kłosem zarodniośnym - wyrasta z kłączy wiosną; liście są silnie zredukowane, pozbawione chlorofilu, często zrastają się bocznie, tworząc pochwy wokół węzłów. Kłos zarodniośny składa się z tarczowatych sporofili; na dolnej ich powierzchni umieszczone są zarodnie (po 5-10 sztuk). Zarodniki są morfologicznie jednakowe (izospory), ale zdeterminowane płciowo. Ich zewnętrzna ściana komórkowa przekształca się w taśmowe hapteny (sprężyce), które ułatwiają rozsiewanie. Po wysypaniu zarodników, pędy giną.
- o silnie rozgałęziony zielony pęd asymilacyjny – wyrasta z kłącza latem; zarówno łodyga jak i nitkowate trofofile są zdolne do asymilacji. Zielone pędy skrzypu leśnego (*Equisetum sylvaticum*) i skrzypu zimowego (*Equisetum hyemale*) zakończone są również sporofilostanem (patrz zdjęcie poniżej). Pędy asymilacyjne wszystkich gatunków, z wyjątkiem skrzypu zimowego (*Equisetum hyemale*), obumierają jesienią.



Sporofit *Equisetum sylvaticum*

Oba pędy nadziemne są puste w środku; centralny kanał (wypełniony powietrzem) powstał na skutek degeneracji tkanki mięksiszowej podczas wzrostu pędu.

Gametofit to krótkotrwałe dwupienne przedrośle: plechowate lub w postaci rozetki; rozwija się na powierzchni gleby.

Skrzypowe rozmnażają się również poprzez fragmentację kłączy i podziemne bulwki.

Znaczenie skrzypów:

Pędy letnie skrzypu polnego *Equiseti herba* zawierają flawonoidy (głównie pochodne kwercetyny, kemferolu), kwasy fenolowe i związki mineralne (głównie rozpuszczalne związki krzemu). Krzemionka w połączeniu z flawonoidami reguluje przemianę materii, oczyszcza organizm z toksyn, działa moczopędnie,

przeciwnowotocznie, wzmacnia kości, skórę i włosy. Świeży sok ze skrzypu uelastycznia i wygładza skórę, poprawia stan włosów i paznokci. Odwar z ziela skrzypu używa się także do pielęgnacji włosów przetłuszczających się, ze skłonnością do łupieżu i wypadania.

Paprociowe (*Pterophytina*)

Do podgromady *Pterydophytina* zalicza się klasę *Pteropsida* (paprocie). Rosną one najczęściej w cienistych lasach, rzadziej na podmokłych łąkach, a tylko niektóre w zbiornikach wodnych. U większości paproci sporofit występuje w postaci kłącza (podziemna łodyga z korzeniami przybyszowymi), z którego wyrastają liście. Łodygę okrywa epiderma; pod nią znajduje się tkanka wzmacniająca i tkanka mięsista, w której zlokalizowane są wiązki przewodzące. Wiazki te występują także w liściach i korzeniach. Liście asymilacyjne (trofofile) są z reguły okazałe, zbudowane z ogonka liściowego i szerokiej, podwójnie lub wielokrotnie pierzastej blaszki liściowej. Sporofile nie różnią się od trofili (np. u narecznicy) lub są różne (np. u pióropusznika strusiego). U niektórych gatunków każdy liść pełni jednocześnie funkcje sporofila i trofila (np. u paprotki zwyczajnej); zarodnie mogą znajdować się na dolnej stronie blaszki (np. u narecznicy) lub w wydzielonej części liścia (np. u długosza królewskiego).

Klasa *Pteropsida* (paprocie) obejmuje sześć podklas:

- o **nasieźrzalowe** (*Ophioglossidae*) - Przedstawiciele: *Ophioglossum vulgatum* (nasieźrzal pospolity), *Botrychium lunaria* (podejrzon księżycowy), *Botrychium virginianum* (podejrzon wirginijski). Sporofit stanowi mięsista, krótka i nierozgałęziona łodyga, która przyrasta na grubość (tzw. wtórny przyrost). Blaszka liści jest podzielona na część asymilacyjną i zarodnionośną (kuliste zarodnie umieszczone są na krótkich trzoneczkach). Powstałe mejospory (izospory) uwalniają się przez szczeliny zarodni i kielkują w drobne podziemne przedrośla (gametofity). Komórki przedrośli mają niewielkie ilości chlorofilu, a do rozwoju wymagają obecności symbiotycznego grzyba.

- **długoszowate** (*Osmundidae*) – w Polsce jest tylko 1 gatunek – *Osmunda regalis* (długosz królewski). Z podziemnej łodygi (kłącza) wyrasta pióropusz liści. Liście mają pierzastą blaszkę; górna część pełni funkcję sporofilu (nie zawiera chlorofilu; na niej znajdują się skupienia zarodni), zaś dolna część asymiluje. Liście te osiągają długość do 2 m. Gametofit ma charakter plechy, jest długotrwały i asymiluje. Jest stosunkowo duży (długość do 5 cm) w porównaniu do gametofitów innych paprociowych.
- **strzelichowate** (*Marattidae*) - są roślinami reliktowymi, występującymi w klimacie tropikalnym (około 200 gatunków) np. *Angiopteris evecta*. Charakteryzują się krótką łodygą (w całości lub częściowo podziemną) i wielkimi (do 9 m długości) długoogonkowymi liśćmi, z pierzastą blaszką. Na dolnej stronie blaszki zlokalizowane są kupki z zarodniami. Gametofit (samożywny) występuje w postaci plechy; rodnie i plemniki tworzą się na jego stronie brzusznej.
- **paprocie cienkozarodniowe** (*Filicidae*)- zalicza się do nich formy kilunastocentymetrowe, jak również osiągające ponad 20 metrów wysokości. Przedstawiciele: *Dryopteris filix-mas* (nerecznica samcza), *Polypodium vulgare* (paprotka zwyczajna), *Pteridium aquilinum* (orlica pospolita), *Athyrium filix – femina* (wietlica samcza), *Matteuccia struthiopteris* (pióropusznik strusi), *Asplenium ruta-muraria* (zanokcica murowa). Z podziemnego kłącza wyrastają liście: początkowo są one zwinięte ślimakowato na kształt pastorału i pokryte brunatnymi łuskami (chronią je przed wysychaniem); w miarę wzrostu rozkręcają się i prostują. U większości gatunków na spodniej stronie trofili (liści asymilacyjnych) mieszczą się zarodnie. Są one skupione w tzw. kupki (sori) okryte wspólną osłonką - tzw. zawijką. Ściana zarodni jest cienka, jednowarstwowa i otwiera się tzw. pierścieniem (annulus). Natomiast pióropusznik strusi (*Matteuccia struthiopteris*) wytwarza odrębne sporofile; trofile osiągają wysokość nawet 2m. Zarodniki kiełkują w nitkowate lub plechowate autotroficzne przedrośle – jednopienny gametofit. Obumiera on po powstaniu nowego sporofitu.



Dryopteris filix-mas (nerecznica samcza)
młody liść zwinięty w „pastorał”.



Matteucia struthiopteris (pióropusznik strusi)
w Rezerwacie Kulikówka (Puszcza Knyszyńska).

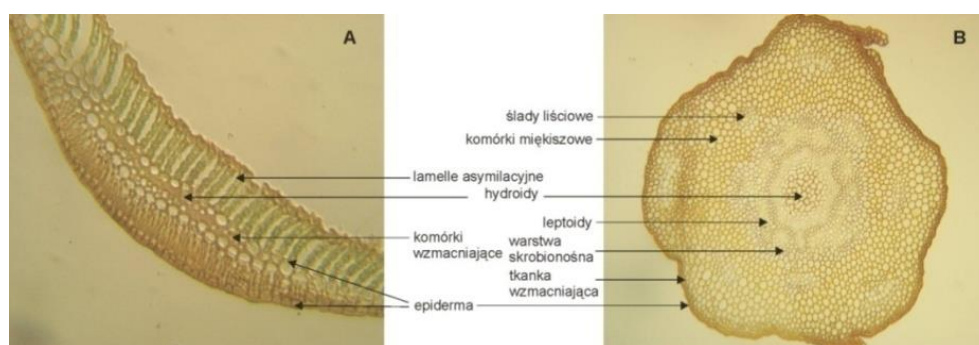
- **salwiniowe (*Salviniidae*)** – tylko jeden gatunek *Salvinia natans* (salwinie pływająca); występuje na powierzchni zbiorników wodnych. Liść podwodny ma blaszkę podzieloną, a dwa długoogonkowe liście pływające są płaskie, eliptyczne i pokryte włoskami. U nasady liścia pływającego wykształcają się 3-8 sporokarpy tj. kuliste twory z zarodnikami: jedne zawierają mikrosporangia, drugie makrosporangia.
- **marsyliowe (*Marsileidae*)** – to paprocie wodne; w Polsce występują dwa gatunki : *Marsilea quadrifolia* (marsylia czterolistna) i *Pilularia globulifera* (gałuszka kulecznica). Sporofit marsylii to niewielkie kłaczce, z którego wyrastają 4 liście, zaś sporofit gałuszki składa się z kłacza i cienkich nitkowatych listków (przypominają one liście szczypiorku). Sporokarpy zawierają mikro- i makrosporangia; rozwijają się z nich (jeszcze w zarodniach) silnie zredukowane przedrośla, odpowiednio: męskie i żeńskie. Po zapłodnieniu przedrośle żeńskie opuszcza zarodnię i pływa na powierzchni wody.

II. Część praktyczna

1. Obserwacje mikroskopowe (preparaty trwałe):

Polytrichum commune - przekrój poprzeczny przez liść i łodyżkę gametofitu; przekrój podłużny przez zarodnię, obserwacja pod powiększeniem mikroskopu 10x10.

Listki mchów są z reguły siedzące i ułożone na łodyżce skrętolegle. Blaszka listka w przekroju poprzecznym ma kształt łódeczki, jest wielowarstwowa (Rysunek A). W środkowej części liścia występuje żeberko środkowe. Składa się ono z kilku warstw wydłużonych komórek o grubych ścianach komórkowych (funkcja wzmacniająca) i komórek przewodzących. Komórki asymilacyjne ustawione są w rzędy i tworzą tzw. lamelle asymilacyjne. Łodyżkę gametofitu okrywa epiderma, pod którą bezpośrednio znajduje się tkanka wzmacniająca i miękiszowa (Rysunek B). Hydroidy i leptoidy zajmują centralną część łodyżki, osłonięte są tzw. warstwą skrobionośną.



Gametangia znajdują się na szczycie gametoforu i są osłonięte listkami płonymi. W ten sposób powstają perygonia (skupienia workowatych plemni) i perychecja (skupienia buteleczkowatych rodni). Zarodnia (tzw. puszka) mchu płonnika jest wydłużona, okryta czepkiem (*calyptra*), zaopatrzona w wieczko (*operculum*) i rąbek (*peristomium*). Środkową jej część zajmuje kolumienka (*columella*), pomiędzy kolumienką a ścianą zarodni znajduje się tkanka archesporialna, z której powstają zarodniki.

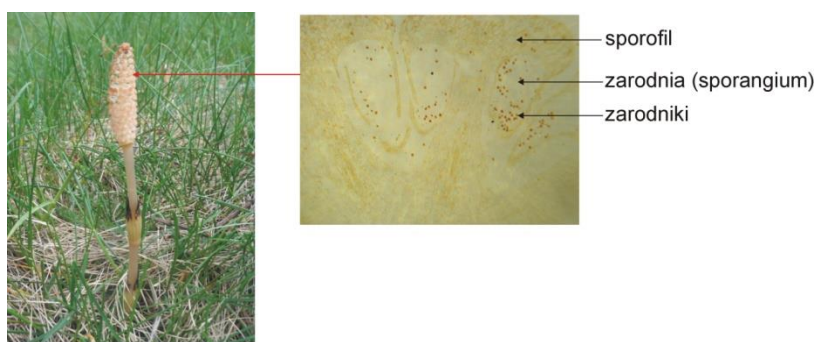
***Sphagnum* sp.** – przekrój podłużny przez łodygę i liść, obserwacja pod powiększeniem mikroskopu 10x10.

Gałązki boczne gametoforu w górnej części są gęsto skupione i tworzą tzw. główkę. Na szczycie łodyżki znajduje się merystem wierzchołowy chroniony przez drobne wklęsłe lub rynienkowate listki. Z kolei właściwe listki asymilacyjne są jednowarstwowe, zbudowane z drobnych komórek asymilacyjnych i dużych,

martwych komórek wodonośnych (ściana komórkowa posiada listewkowate zgrubienia).

Equisetum arvense – przekrój poprzeczny przez sporofilostan, obserwacja pod powiększeniem mikroskopu 10x10.

Na dolnej powierzchni tarczowatych sporofili umieszczone są wydłużone zarodnie.

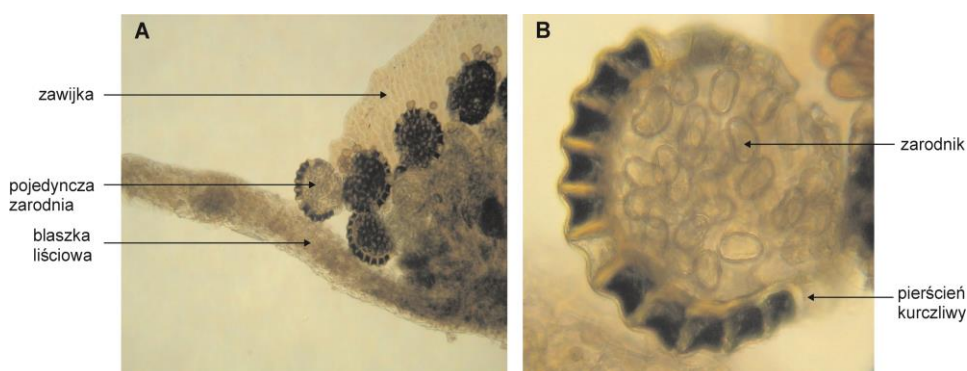


Pęd wiosenny

Equisetum arvense

Dryopteris filix-mas – przekrój przez kupkę zarodni (sorus) i zarodnię, obserwacja pod powiększeniem mikroskopu 10x10.

Z łożyska (*placenta*) wyrastają na długich trzoneczkach zarodnie (Rysunek A), które otwierają się pierścieniem kurczliwym (ściany komórkowe mają charakterystyczne zgrubienia, rysunek B). Skupienie zarodni otacza zawijka.



Przekrój przez kupkę zarodni (sorus; A) i zarodnię(B) narecznicy samczej

2. Obserwacja makroskopowa okazów zielnikowych mszaków, widłakowych, skrzypowych i paproci cienkozarodniowych.

Na podstawie obserwacji mikroskopowych i makroskopowych uczniowie wykonują i opisują rysunki w zeszycie.