

## ZAJĘCIA nr 12a

---

# ZAGADNIENIA TEORETYCZNE DO PRZYGOTOWANIA NA ĆWICZENIE: „Rośliny nagozalążkowe”

Główne zagadnienia: Rośliny nagozalążkowe (*Gymnospermae*): rozmnażanie, systematyka, morfologia i znaczenie farmakopealne.

## LITERATURA

1. Szwejkowscy A.J.: *Botanika*. PWN, Warszawa 2012.
2. Dingermann T. i wsp.: *Biologia farmaceutyczna MedPharm Polska*, Wrocław 2012.

## I. Część teoretyczna

### 1. Rośliny nagozalążkowe

#### Rozmnażanie

Kwiaty współcześnie żyjących roślin nagozalążkowych (*Gymnospermae*) są rodzielnopłciowe, pozbawione okwiatu, zawsze zebrane w kwiatostany występujące na okazach jednopiennych (większość gatunków) lub dwupiennych (np. jałowiec pospolity *Juniperus communis*).

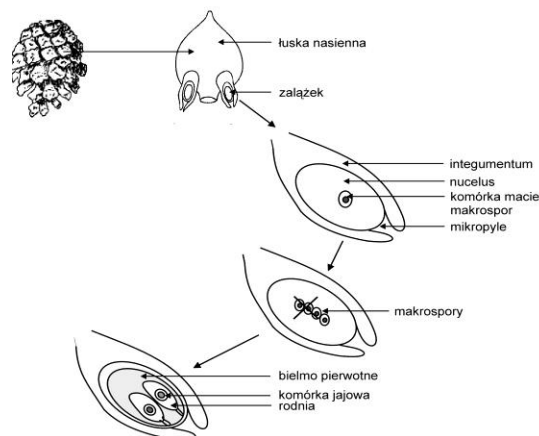
**Kwiaty żeńskie** (łuski nasienne) – tworzą kwiatostan typu szyszka, początkowo mięsista, po zapyleniu – zielona, w miarę dojrzewania nasion – drewniejąca. Zazwyczaj łusce nasiennej towarzyszy łuska wspierająca dobrze widoczna tylko w szyszce niezdrewniałej, a więc przed zapłodnieniem. W trakcie drewnienia zrasta się ona z łuską nasienną i można ją rozpoznać po wyrostkach, odgięciach, wybrzuszeniach części grzbietowej. Zalążki nie są osłonięte zalążnią, tylko delikatną osłonką (integumentum), która tworzy okienko (mikropyle) oraz otacza ośrodek (homolog makrosporangium).

**Kwiatostany męskie** mają postać kłosa, rzadziej kotki. Pręciki są łuskowate lub tarczowate, ich woreczki pyłkowe występują w różnej liczbie (co najmniej 2). Woreczki otwierają się dzięki tzw. egzotecjum, które działa jak aparat kohezyjny. Ziarna pyłku (homolog mikrospory) rozpylane są przez wiatr i dlatego posiadają komory powietrzne ułatwiające transport. Ziarno pyłku (początkowo jednokomórkowe) przechodzi pewne

przeobrażenia w woreczku pyłkowym, co prowadzi do wytworzenia gametofitu (podobnie jak u roślin okrytozalążkowych).

**Rozwój gametofitu żeńskiego:** Wewnątrz ośrodka zalążka wyróżnicowuje się jedna komórka, która przechodzi podział redukcyjny. Powstają cztery haploidalne komórki, dalej rozwija się tylko jedna, dając woreczek zalążkowy (homolog makrospory).

W całym diploidalnym ośrodku tylko ona jest haploidalna. Gametofit żeński rozwija się wewnątrz woreczka zalążkowego, którego jądro przechodzi wielokrotny podział. Powstają liczne jądra potomne, wokół nich gromadzi się cytoplazma i zakładają się ściany. W ten sposób powstaje parenchymatyczna, haploidalna tkanka – bielmo pierwotne, w którym zagłębione są rodnie (od 2 do 8). Rodnia zawiera jedną dużą komórkę jajową i jedną komórkę kanałową brzusznią.

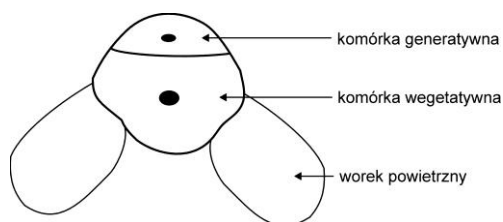


Schemat rozwoju gametofitu żeńskiego na przykładzie sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris*

**Rozwój gametofitu męskiego** - gametofit męski rozwija się wewnątrz ziarna pyłku.

Początkowo (podobnie jak u roślin okrytonasiennych) składa się z dwóch komórek: generatywnej i wegetatywnej i zaopatrzone jest w dwie wyraźne komory powietrzne ułatwiające rozsiewanie (patrz schemat obok).

Podczas zapylenia komórka wegetatywna przekształca się w łagiewkę pyłkową kierującą się ku rodniom. Komórka generatywna dzieli się na dwie komórki plemnikowe, z których jedna szybko degeneruje.



Ziarno pyłku sosny zwyczajnej

Plemniki u większości nagonasiennych są nieruchomymi gametami (tylko u *Ginkgopsida* – miłorzębowych gamety męskie są spiralne i ruchliwe). Następuje pojedyncze zapłodnienie. Należy podkreślić, że od zapylenia do zapłodnienia upływa wiele czasu, np. u sosny –

jeden rok, do tej chwili ziarna pyłku przebywają wewnątrz zalążków. Po zapłodnieniu rozwija się zarodek i powstaje nasienie. Nasiona okryte są twardą łupiną zaopatrzoną najczęściej w błoniasty aparat lotny i chronione przez drewniejące szyszki. Ze względu na brak zalążni nagozalążkowe nie wykształcają typowych owoców (u niektórych rodzajów powstają ich analogi).

## Systematyka, morfologia i znaczenie farmakopealne

Grupa roślin nagozalążkowych obejmuje organizmy z co najmniej dwóch różnych linii ewolucyjnych: *Cycadophytina* i *Pinophytina*, które niezależnie osiągnęły podobny stopień organizacji (tabela poniżej). W miarę poznawania form kopalnych coraz bardziej prawdopodobne staje się, że konieczny będzie dalszy podział omawianych podgromad.

Rośliny nagozalążkowe	
Podgromada: nagozalążkowe wielkolistne <i>Cycadophytina</i>	Podgromada: nagozalążkowe drobnolistne <i>Pinophytina</i>
Klasa: Paprocie nasienne <i>Lyginopteropsida</i> wymarły na początku kredy; wyglądem przypominały paprocie, ale wytwarzały zalążki.	Klasa: Kordaitowe <i>Cordaitopsida</i> wymarły w permie; drzewa dorastające do 30 metrów długości; kwiaty rozdzielнопłciowe zebrane w kotkowate kwiatostany.
Klasa: Benetyty <i>Cycadeoitesida</i> wymarły w połowie kredy; wyglądem przypominał sagowce; organy rozrodcze zgrupowane były w jedнопłciowym strobilu (prymitywny kwiat) i zapylane przez owady.	Klasa: Miłorzębowe <i>Ginkgoopsida</i> W mezozoiku miłorzębowe były grupą silnie zróżnicowaną i szeroko rozprzestrzenioną. Obecnie należy do niej tylko jeden gatunek – miłorząb dwuklapowy.
Klasa: Sagowce <i>Cycadopsida</i> Żyją w tropikach i subtropikach, swym pokrojem przypominają palmy: posiadają krótki pień (zagrzebany w glebie) z pióropuszem wielkich liści; wytwarzają analogi owocu podobne do pestkowca.	Klasa: Szpilkowe <i>Pinopsida</i> To przeważnie drzewa, rzadziej krzewy. Liście mają postać sztywnych zimozielonych igieł. Kwiaty rozdzielнопłciowe zebrane w kwiatostany (kwiaty męskie zebrane w kotki; kwiaty żeńskie – szyszki).
Klasa: Gniotowe <i>Gnetopsida</i> Wykazują pewne cechy okrytonasiennych: obecność naczyń we wtórnym drewnie i brak rodni.	

### Podgromada *Cycadophytina* (nagozalążkowe wielkolistne)

Wspólną cechą nagozalążkowych wielkolistnych jest słaby przyrost łodygi na grubość oraz wytwarzanie dużych, silnie podzielonych liści. Współcześnie żyjący przedstawiciele to:

- Sagowce (*Cycadopsida*) – zalążki są umieszczone na liściach zwanych makrosporofilami, które tworzą szyszkowate skupienia (strobile); mogą być one umieszczone na szczycie pnia, albo na bocznych gałązkach tuż pod nim (zdjęcie obok - sagowiec podwinięty *Cycas circinalis*)



- Gniotowe (*Gnetopsida*) - przedstawicielem jest welwiczia przedziwna *Welwitschia mirabilis*, rosnąca na pustyni Namib w południowej Afryce. Zaliczana jest ona do najdziwniejszych roślin świata: ma krótki pień o ponad metrowej średnicy zagrzebany w dużej mierze w piasku i tylko 2 liście dochodzące do 3 metrów długości. U nasady liści wyrastają kwiatostany; kwiaty żeńskie zapylane są przez pustynne owady.

### Podgromada *Pinophytina* (nagozalążkowe drobnolistne)

Sporofity nagozalążkowych drobnolistnych to formy drzewiaste (wykazują silny przyrost łodygi na grubość); wytwarzają drobne, niepodzielone, kseromorficzne liście (szpilki). Tworzą rozległe lasy na północy Eurazji i Ameryki Północnej określane mianem borów. Współcześnie żyjący przedstawiciele *Pinophytina* należą do dwóch klas:

- miłorzębowe (*Ginkgopsida*) – klasa ta obejmuje tylko 1 gatunek, relikty ery mezozoicznej – miłorząb dwuklapowy *Ginkgo biloba*. Rośnie w Chinach, gdzie uważany jest za „święte drzewo”; dorasta do 35 metrów wysokości jest dwupienny i wiatropylny. Kwiatostan męski (zebrany w zwisające kotki) i żeński (dwa nagie zalążki osadzone na długiej szypułce) występują na krótkopędach. Miłorząb wydaje analog owocu (przypomina wyglądem mirabelkę), który powstaje w wyniku mięśnienia integumentum; nasiona otoczone mięsistą żółto-brązową osnówką.

Liście z charakterystycznym wcięciem na wierzchołku i z dichotomicznym unerwieniem, stanowią surowiec farmaceutyczny w którym znajdują się między innymi

flawonoidy (ginkgetyna, bilobetyna) i diterpeny. Związki czynne zawarte w liściach zmniejszają lepkość krwi usprawniają jej przepływ przez naczynia krwionośne, szczególnie w obrębie mózgu i kończyn; znalazły zastosowanie jako środki przeciw otępieniu, w chorobie Alzheimera.



Liść miłorzębu japońskiego  
*Ginkgo biloba*

- szpilkowe (*Pinopsida*) – systematyka w obrębie tej klasy jest różnie interpretowana i jest przedmiotem nieustannej dyskusji. Największym uznaniem cieszy się klasyfikacja szpilkowych w jeden rząd: szpilkowe *Pinales* w obrębie którego wyróżnia się kilkanaście rodzin. Poniżej zostaną omówione wybrane rodziny:

- **cisowate** *Taxaceae* – w Polsce występuje jeden gatunek cis pospolity *Taxus baccata* – dwupienny krzew o czerwono-brunatnej korowinie, igłach płaskich, zaokrąglonych, wierzchem ciemnozielonych, spodem matowozielonych, ułożonych grzebieniasto. Nasienie cisu okrywa karminowa osnówka (nie jest trująca), która powstaje w wyniku mięśnienia łuski nasiennej. Liście i korowina zawierają paklitaksel (cytostatyk), stosowany w leczeniu nowotworów jajnika, płuc, przełyku, gruczołu krokowego i nerek. Cis pospolity gromadzi także protoalkaloid – efedrynę, która pobudza układ nerwowy i podwyższa ciśnienie krwi. Twarde drewno cisa wykorzystuje się w meblarstwie.



- **cyprysowate** *Cupressaceae* - to drzewa lub krzewy liczące ok. 300 gatunków. Liście szpilkowate lub łuskowate ułożone okółkowo. Kwiaty żeńskie szyszkowate o zmieszanych owocolistkach. Ziarna pyłku bez worków powietrznych. Rodzina reprezentowana przez rodzaje: cyprys *Cupressus* sp., metasekwoja *Metasequoia* sp., sekwoja *Sequoia* sp., cypryśnik *Taxodium* sp., cyprysik



*Chamaecyparis* sp., cyprysowiec *Cupressocyparis* sp., tuja *Thuja* sp. oraz jałowiec *Juniperus* sp.

- Gatunek żywotnik zachodni *Thuja occidentalis* to zimozielone drzewo, rzadziej krzew o stożkowej, kolumnowej koronie, spotykany w parkach i ogrodach całej Europy. Liście łuskowate, przylegające dachówkowato, szyszki owalne. Surowcem są młode pędy żywotnika, które stanowią składnik złożonych preparatów immunostymulujących, przeciwpasożytniczych (np. przeciw pierwotniakom), przeciwwirusowych (np. wobec wrusa opryszczki, Epstein-Barr'a) i przeciwgrzybiczych; wyciągi z pędów żywotnika w dużych dawkach są halucynogenne.



- Gatunek jałowiec pospolity *Juniperus communis* ma silnie klujące igły ustawione okółkowo (po 3), odstające pod kątem ostrym. Jałowiec wydaje analog owocu zwany szyszkojagodą (granatowoczarna z szarawym ścierającym się nalotem), powstający w wyniku mięśnienia całego kwiatostanu żeńskiego (szyszki). Wysuszone dojrzałe szyszkojagody są surowcem jałowca, z którego pozyskuje się olejek jałowcowy (zawiera m.in.  $\beta$ -pinen, sabinen i kamfen). Działa moczopędne, antyseptyczne, żółciopędne, a wcierany w skórę łagodzi bóle reumatyczne i nerwobóle; ma także zastosowanie w aromaterapii.



- sosnowate** *Pinaceae*- należące do tej rodziny rośliny są formami drzewiastymi ze spiralnie ustawionymi liśćmi (igły). Kwiaty są rozdzielнопłciowe zebrane w kwiatostany szyszkowate (kwiaty żeńskie) lub kotkowate (kwiaty męskie); nasiona dojrzewają zwykle po wielu latach od zapylenia, wówczas szyszki się otwierają i uwalniają skrzydełkowate nasiona. Rodzina ta jest reprezentowana m.in. przez:

✓ rodzaj *Pinus*

sosna zwyczajna *Pinus sylvestris* (ma igły osadzone po 2 na krótkopędzie, sztywne, zimozielone z nalotem woskowym; dojrzałe szyszki jajowate, bez połysku, popielate). Surowcem leczniczym pozyskiwanym z *Pinus sylvestris* są: liście i młode pędy sosny (zawierają one gorycze, żywicę, garbniki i

witaminę C). Otrzymuje się z nich w wyniku destylacji z parą wodną olejek sosnowy, który działa napotnie, moczopędnie i odkażająco; stosowany jest także do inhalacji w nieżytach górnych dróg oddechowych. Podobnymi właściwościami charakteryzują się ekstrakty z pąków sosny stosowane w formie syropów lub odwarów. Sosna kosodrzewina *Pinus mugo* – występuje w górach Europy Środkowej i Południowej; pokrój dość niski, tylko do 3, 5 m; sztywne igły wyrastają po 2, ułożone są gęsto na gałązkach. Olejek eteryczny pozyskiwany ze świeżych liści i gałązek stosowany jest do inhalacji, działa antyseptycznie. Sosna wejmutka *Pinus strobus* – korowina zielonoszara, gładka; igły cienkie, po 5 na krótkopędach, tworzące jak gdyby pędzelki; łuski szyszek szeroko odgięte. Sosna czarna *Pinus nigra* – 2 igły na krótkopędzie, wiotkie i długie; łuski nasienne szyszki – czarne, kontrastujące z jasnymi łuskami wspierającymi. Sosna pinia *Pinus pinea* – występuje w rejonie śródziemnomorskim, tworzy charakterystyczną, parasolowatą koronę. Igły ułożone po 2 na krótkopędzie, sztywne, spiczaste; szyszki okazałe, z woskowym nalotem, dojrzewają po 3-4 latach. Nasiona jadalne (orzeszki piniowe), przypominają w smaku migdały i wykazują właściwości lecznicze – oczyszczają organizm, stosuje się je w schorzeniach nerek i pęcherza moczowego. Sosna limba *Pinus cembra* – rośnie w Alpach i Karpatach. Igły długie, po 5 na krótkopędzie, szyszki duże, jajowate, rozpadają się w całości po dojrzewaniu. Nasiona bez skrzydełek, jadalne.

Wszystkie gatunki z rodzaj *Pinus* dostarczają: dziegieć sosnowy- otrzymuje się go poprzez suchą destylację drewna wtórnego sosny. Zawiera związki fenolowe i kwasy żywiczne, wykazuje właściwości odkażające, przeciwświądowe, przeciwzapalne; terpentyna to – gęsta ciecz (oleożywica), wyciekająca z nacięć różnych gatunków sosny, z której po destylacji z parą wodną i rektyfikacji uzyskuje się olejek terpentynowy wykorzystywany do inhalacji dróg oddechowych.

✓ rodzaj *Larix*

modrzew europejski *Larix decidua* - igły opadające na zimę, miękkie, skupione na krótkopędach po 15-40; szyszki jajowate, brunatne, łuski cienkie, odgięte

brzegiem na zewnątrz. Modrzew polski *Larix polonica* – korowina ciemnowiśniowa; igły miękkie, osadzone na długopędach i krótkopędach; szyszki podobnego kształtu jak u *Larix europea*, ale łuski są grube, wklęsłe i nie odginają się na zewnątrz. W farmacji wykorzystuje się balsam modrzewiowy, który wypływa z pni modrzewia i skrapla się; stosowany do inhalacji górnych dróg oddechowych, w chorobach neurologicznych i reumatycznych.

✓ rodzaj *Picea*

świerk pospolity *Picea alba* – igły ustawione pojedynczo, 4-kanciaste, ostro zakończone, sztywne, zimozielone. Szyszki wąsko lancetowate, zwisające z pędu, jasnobrunatne, opadające po wysypaniu nasion. Korowina płytko spękana, czerwobrunatna. Z młodych pędów świerka uzyskuje się olejek świerkowy. Wykazuje on działanie żółciopędne, moczopędne, napotne, wykrztuśne, rozkurczowe, uspokajające, pobudza wydzielanie soku żołądkowego; polecany przy nerwobólach, bólach mięśni, stawów, pourazowych, dla pobudzenia miejscowego krążenia krwi i limfy.

✓ rodzaj *Abies*

jodła pospolita *Abies alba* – igły ustawione pojedynczo, spłaszczone, od spodu z 2 białymi paskami, ułożone na pędzie grzebieniasto; szyszki walcowate, sterzące do góry, po dojrzewaniu rozsypujące się już na drzewie, łuski okrywające szyszki odgięte wstecz; korowina drzew gładka, u bardzo starych drzew nieco spękana, białoszara. Występuje w południowej Polsce, w górach i zazwyczaj towarzyszy bukom. W Polsce przebiega północna granica naturalnego zasięgu jodły w Europie. Jednoroczne gałązki jodły (cetyna jodłowa) są surowcem do otrzymywania olejku eterycznego zawierającego m.in. pinen, limonen. Stosuje się go do nacierań przy bólach reumatycznych oraz do inhalacji. Olejek pichtowy pozyskiwany z jodły syberyjskiej *Abies sibirica* wpływa na zwiększenie odporności, reguluje ciśnienie krwi, działa bakteriobójczo i grzybobójczo.

✓ inne rodzaje należące do rodziny sosnowatych:



cedr *Cedrus* sp., daglezja *Pseudotsuga* sp., choina *Tsuga* sp., modrzewnic *Pseudolarix* sp., keteleeria *Keteleeria* sp..

### Przykłady gatunków należących do rodziny sosnowatych *Pinaceae*

*Pinus sylvestris*



młode pędy z  
kwiatostanami męskimi



młode szyszki

*Pinus mugo*



*Larix decidua*



igły i młoda szyszka



igły i dojrzała szyszka

*Abies alba*



igły

*Picea abies*



gałązka z młodymi liśćmi

## II. Część praktyczna

Obserwacja makroskopowa gatunków zielnikowych *Pinophytina* (*Ginkopsida* i *Pinopsida*) oraz świeżych okazów roślin nagonasiennych. Uczniowie zapoznają się z „kluczami” do oznaczania roślin naczyniowych.