

## ZAJĘCIA nr 6

# ZAGADNIENIA TEORETYCZNE DO PRZYGOTOWANIA NA ĆWICZENIE: Tkanki roślinne . Część II „Tkanki okrywające, mię- szowe i wydzielniczo-wydalnicze”

Główne zagadnienia: Tkanka okrywająca pierwotna (ryzoderma i epiderma) i jej wytwory (włosniki, aparaty szparkowe; włoski). Tkanka okrywająca wtórna (peryderma, martwica korkowa). Tkanka mięsista (mięsień asymilacyjny, spichrzowy, wodonośny, przewodzący, przewietrzający). Struktury wydzielniczo-wydalnicze (idioblasty, włoski gruczołowe, miodniki, zbiorniki olejowe, przewody, hydrotomy, latycyfery).

## LITERATURA

1. Szwejkowski A.J.: Botanika. PWN, Warszawa 2012.
2. Broda B. Zarys botaniki farmaceutycznej, PZWL, Warszawa 2002.

## I. Część teoretyczna

### 1. Tkanki okrywające

Wyróżnia się pierwotne tkanki okrywające (pochodzą z merystemów wierzchołkowych) oraz wtórne tkanki okrywające (powstają z komórek tkanek stałych, które uzyskały zdolność redyferencji).

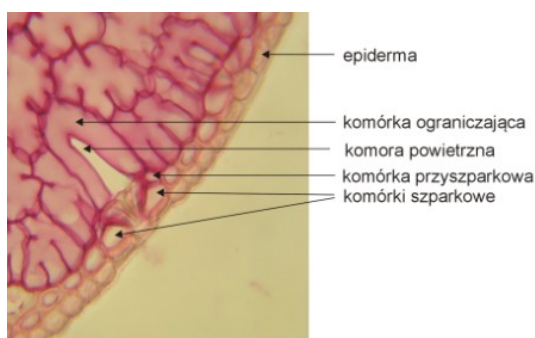
| Tkanki okrywające:   |   |
|--|---|
| <b>pierwotna – skórka:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ epiderma pędu</li><li>✓ ryzoderma (epiblema) korzenia</li></ul> | <b>wtórna – korkowica:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ peryderma pędu i korzenia</li><li>✓ martwica korkowa – najbardziej zewnętrzna warstwa okrywająca pęd</li></ul> |
| stanowi powierzchnię warstwę orga-<br>nów o pierwotnej budowie   | charakterystyczna dla roślin wieloletnich,<br>u których występuje przyrost wtórny na grubość  |

## 1.1. Epiderma pędu

To tkanka okrywająca zielone łodygi, liście oraz kwiaty i owoce. Zbudowana jest z jednej warstwy żywych komórek, ściśle przylegających do siebie. Tylko u niektórych roślin epiderma jest wielowarstwowa (np. w liściach morwowatych, pieprzowatych, begoniowatych i ślazowatych). Kształt komórek epidermy może być izodiametryczny (np. w szerokich liściach), wydłużony (np. w owocach) lub falisto-wygięty (np. w komórkach skórki dolnej liścia cyklamenu). **Komórki epidermy** mają dużą wakuolę (często wypełnioną barwnym sokiem komórkowym zawierającym np. antocyjany), zawierają leukoplasty, **ale nie posiadają chloroplastów** (z wyjątkiem komórek szparkowych oraz komórek skórki roślin wodnych i większości paproci). Ściany komórkowe graniczące z wnętrzem rośliny są cienkie (zbudowane z celulozy), natomiast ściany zewnętrzne są zgrubiałe, wysycone kutyną (tj. mieszaniną kwasów tłuszczowych; np. w liściach kseromorficznych); mogą być również pokryte kutykulą lub woskami (tzw. nalot woskowy na liściach i owocach). Dzięki takiej budowie epiderma ochrania wewnętrzne tkanki roślin przed nadmierną utratą wody (transpiracją), uszkodzeniem mechanicznym i wnikaniem drobnoustrojów.

Wytworami epidermy łodygi i liści są aparaty szparkowe, włoski i emergencje.

### Epiderma i jej wytwory (aparat szparkowy i włoski)



Epiderma i aparat szparkowy w liściu sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*)



Epiderma i włoszek kутneru dziewanny (*Verbascum* sp.)

### Aparat szparkowy (stoma) składa się z:

- **dwóch komórek szparkowych** – zawierają zawsze chloroplasty, dużą ilość skrobi, liczne mitochondria, diktiomy i duże wakuole; ich ściany komórkowe są nierównomiernie zgrubiałe,
- **szparki** (porus) - szczeliny, przez którą odbywa się wymiana gazowa i transpiracja (tj. wyparowanie wody przez roślinę); pod szparką występuje duży przestwór międzykomórkowy - komora powietrzna otoczona przez komórki miękiszu asymilacyjnego,
- **komórek przyszparkowych** – posiadają ściany zgrubiałe i liczne leukoplasty; współdziałają w otwieraniu i zamykaniu szparki; decydują o typie aparatu szparkowego.

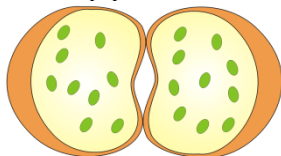
Położenie aparatów szparkowych zależy od siedlisk ekologicznych. U większości roślin lądowych aparaty szparkowe zlokalizowane są wyłącznie w epidermie dolnej liścia, u roślin wodnych o liściach pływających - tylko w epidermie górnej, a u traw na dolnej i górnej powierzchni liścia.

W zależności od mechanizmu otwierania i zamykania szparek wyróżnia się 3 podstawowe typy aparatów szparkowych (patrz schemat poniżej):

- **Mnium** – komórki szparkowe mają kształt nerkowaty; ich ściany od strony szczeliny są cienkie, a od strony przeciwległej zgrubiałe, co powoduje, że wzrost turgoru zamyka szparki; ten typ występuje u niektórych mszaków i paprotników,
- **Amaryllis (Helleborus)** - komórki o kształcie nerkowatym; ściany komórkowe są zgrubiałe od strony szparki, stąd też zwiększenie turgoru powoduje rozciąganie cienkich ścian i ich otwieranie, a spadek turgoru prowadzi do zamknięcia szparki; ten typ występuje u większości dwuliściennych i niektórych jednoliściennych;
- **Gramineae** – komórki szparkowe mają kształt biskoptu; ściany komórkowe w środkowej wydłużonej części są zgrubiałe, a dystalne cienkie; mechanizm otwierania się szparek jest identyczny jak w typie Amaryllis – zwiększenie turgoru powoduje rozciąganie cienkich ścian i odsuwanie się ścian środkowych, co skutkuje otwarciem szparki; ten typ jest charakterystyczny dla traw i turzyc.

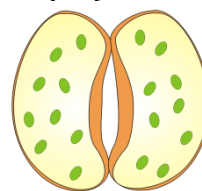
### Mnium

występuje u niektórych mszaków  
i paprotników



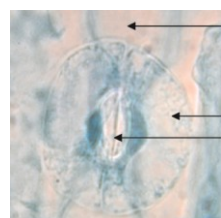
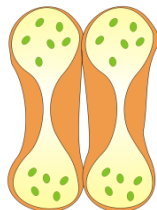
### Amaryllis

występuje u większości dwuliściennych  
i niektórych jednoliściennych



### Gramineae

występuje u traw i turzyc

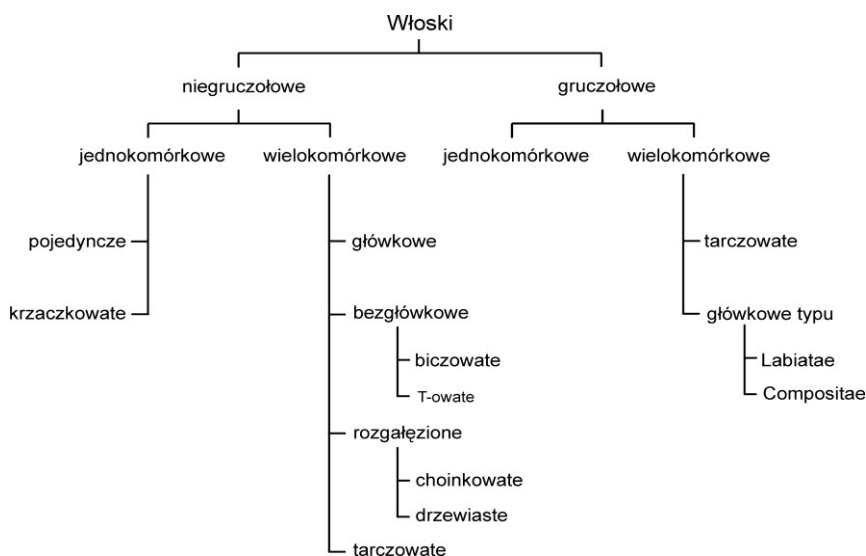


komórka epidermy

komórka szparkowa  
szparka

Amaryllis w liście kosaćca

**Włoski (trichomata)** - to utwory **żywe** (zwiększają powierzchnię parowania) lub **martwe** (wypełnione powietrzem, chronią przed nadmiernym nasłonecznieniem i transpiracją). Mogą występować pojedynczo lub mogą tworzyć na powierzchni pędu swoistą warstwę tzw. kutner. Pod względem funkcji włoski dzieli się na: gruczołowe (wydzielają olejki eteryczne) i niegruczołowe (pełnią funkcje mechaniczne, czepne, czuciowe). Oba typy włosków mogą być jedno- lub wielokomórkowe o różnej budowie morfologicznej.



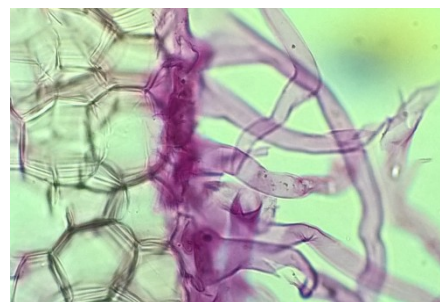


**Emergencje** – to wyrostki epidermy; pełnią podobne funkcje jak włoski, ale mają inne pochodzenie. W ich tworzeniu, oprócz komórek epidermy biorą udział tkanki leżące głębiej tj. głównie tkanka miękkiszowa. Typowymi emergencjami są kolce róży (*Rosa* sp.) i jeżyny pospolitej (*Rubus fruticosus*). Są to utwory ostro zakończone, żywe, łatwo odrywają się od epidermy (nie łączą się bezpośrednio z tkanką przewodzącą). Emergen-  
cje mogą mieć także charakter gruczołowy, np. kosmki gruczołowe na przylistkach fiołka trójbarwnego (*Viola tricolor*) i włoski gruczołowe rosiczki (*Drosera* sp.). Natomiast **ciernie nie są emergencjami, ale przeobrażonymi pędami** (np. u śliwy tarniny – *Prunus spinosa*, głogu – *Crataegus* sp.), **liśćmi** (np. u kaktusów, berberysu zwyczajnego – *Berberis vulgaris*) lub **przylistkami** (np. u wilczomleczowatych - *Euphorbiaceae* i robinii akacjowej - *Robinia pseudoacacia*). Powstają one z tkanek położonych głębiej, łączą się z ksylemem wiązek przewodzących.

## 1.2. Ryzoderma (epiblema)

To pierwotna tkanka okrywająca korzeń. Jest zawsze jednowarstwowa i nie zawiera aparatów szparkowych. Podstawową funkcją ryzodermy jest pobieranie wody. Komórki ściśle przylegają do siebie, mają cienkie ściany celulozowe i tworzą **włośniki**.

Włośniki są jednokomórkowe z dużą wakuolą, przyścienną wąską warstwą cytoplazmy. Jądro komórkowe znajduje się na szczycie komórki. Strefa włośnikowa zwiększa powierzchnię chłonną korzenia. Włośniki nie są wytwarzane u roślin wodnych i roślin żyjących w mikoryzie z grzybami.



Ryzoderma z włośnikami

Ryzoderma funkcjonuje krótko ze względu na obumieranie włośników; w miarę wzrostu korzenia jest zastępowana przez korek (felem).

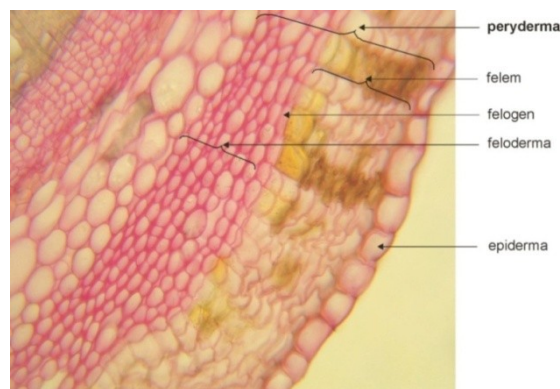
### 1.3. Wtórne tkanki okrywające

U większości roślin nasiennych wieloletnich w miarę ich wzrostu skórka ( tj. epiderma i ryzoderma) jest zastępowana tkanką wtórną – perydermą, a następnie martwicą korkową.

**Peryderma** (korkowica) - jest charakterystyczna dla pędu i korzenia roślin wieloletnich, u których występuje przyrost wtórny na grubość. Wyjątek stanowią: pomarańcza (*Citrus* sp.), eukaliptus (*Eucaliptus* sp.), akacja (*Acacia* sp.) i róża (*Rosa* sp.); u tych gatunków pomimo przyrostu wtórnego na grubość, peryderma nie wykształca się, natomiast funkcję okrywającą pełni nadal epiderma.

Peryderma powstaje w wyniku działalności jednowarstwowego felogenu, który dośrodkowo odkłada felodermę (kilka warstw komórek miękiszowych), a od strony obwodowej – martwy felem (korek).

Wyróżnia się 2 rodzaje komórek felemu: grubościennie (ciemne, zawierają garbniki, żywice, substancje mineralne; patrz obok) i cienkościennie (jasne, wypełnione powietrzem). Oba rodzaje występują często na przemian (np. u brzozy *Betula* sp.).

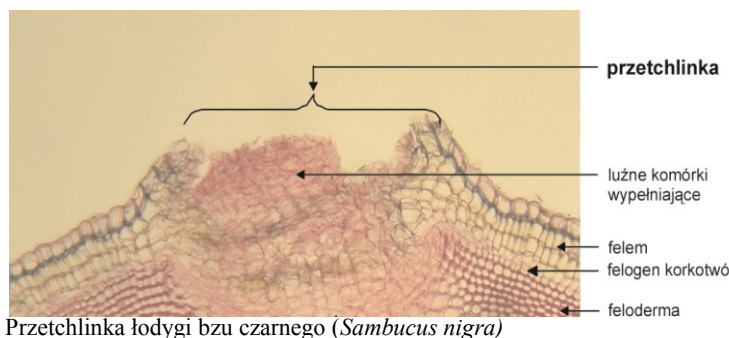


Peryderma w łodydze brzozy czarnego

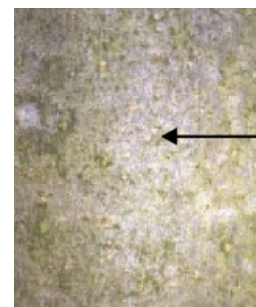
Felem stanowi warstwę izolacyjną; zabezpiecza pnie i korzenie przed wysychaniem, uszkodzeniami mechanicznymi i wnikaniem patogenów. Korek dębu korkowego (*Quercus suber*) wykorzystywany jest do produkcji korków aptecznych.

Równocześnie z perydermą tworzą się **przetchlinki**. Za ich wytwarzanie odpowiada kilkuwarstwowy felogen nazywany felogenem przetchlinkowym. Odkłada on komórki wypełniające o charakterze miękiszowym. W wyniku tego procesu dochodzi do rozzerwania skórki, jej rozszerzenia i wybrzuszenia (patrz fotografia poniżej). Powstałe w ten sposób przetchlinki umożliwiają wymianę gazową między tkankami wewnętrznymi a otoczeniem. Występują one w postaci brodawek na powierzchni pędów nadziemnych i starszych korzeni. Ich wielkość jest różna – od kilku milimetrów do 1 cm lub więcej.





Przetchlinka łodygi bzu czarnego (*Sambucus nigra*)



Przetchlinka na łodydze 8-letniego jesiona (*Fraxinus* sp.)

U większości roślin przetchlinki powiększają swoje rozmiary wraz z powiększaniem się obwodu pędu, a u innych, np. u dębu (*Quercus* sp.), jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior*) pozostają nie zmienione przez całe życie rośliny. Przetchlinki funkcjonują tylko w okresie wegetacyjnym, na zimę zostają zablokowane.

**Martwica korkowa** - stanowi najbardziej zewnętrzną, martwą warstwę okrywającą pęd (rzadziej starsze korzenie) większości gatunków drzew nagonasiennych i dwuliściennych. Martwica korkowa tworzy się po kilku latach funkcjonowania perydermy; powstaje wówczas nowa warstwa felogenu produkująca dodatkowe pokłady korka. Wszystkie tkanki leżące na zewnątrz od ostatniego pokładu korka zostają odcięte od dopływu substancji odżywczych i obumierają. Proces ten powtarza się cyklicznie, powodując sukcesywne zakładanie się kolejnego pierścienia felogenu coraz głębiej.

Martwica korkowa nie ma możliwości rozrastania się w miarę przyrostu wtórnego pnia. Jej zewnętrzne partie złuszczenia się i pękają, a na pniu tworzą się charakterystyczne spękania i bruzdy, np. u sosny (*Pinus* sp.), dębu (*Quercus* sp.), lipy (*Tilia* sp.) (fotografia obok), płaty, np. u świerka (*Picea abies*), jawora (*Acer pseudoplatanus*) lub łuski, np. na gałęziach i młodych pniach brzozy (*Betula* sp.).



Czas tworzenia się martwicy korkowej jest różny u poszczególnych gatunków. Na przykład, u sosny (*Pinus* sp.) powstaje ona dopiero w 8-10 roku wegetacji, u dębu (*Quercus* sp.) między 25-36 rokiem, a u jodły (*Abies alba*) dopiero po 50 latach. Martwica

korkowa nie tworzy się u wszystkich gatunków drzew, na przykład u buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica*) przez całe życie funkcjonuje peryderma.

## 2. Tkanki miękiszowe (parenchymatyczne)

Są najstarsze filogenetycznie, wykształciły się już u mszaków. Wyróżnia się: miękisz asymilacyjny, spichrzowy, przewietrzający (patrz poniżej) i przewodzący.

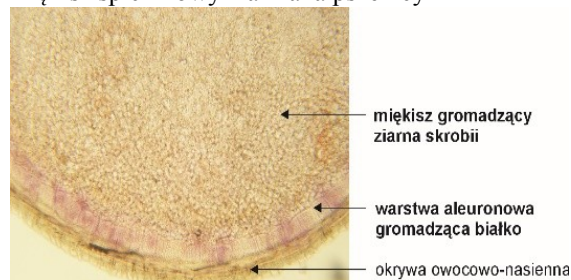
Miękisz asymilacyjny liścia jabłoni



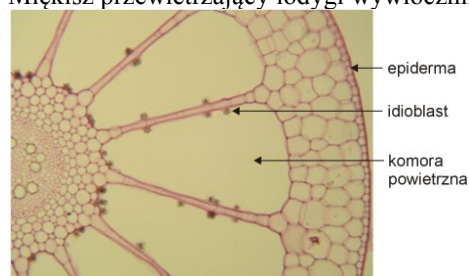
Miękisz asymilacyjny igły sosny



Miękisz spichrzowy ziarniaka pszenicy



Miękisz przewietrzający łodygi wywłócznika



**Miękisz asymilacyjny** (zieleniowy, chlorenchyma) - zawiera dużo chloroplastów i występuje w zielonych częściach pędów i liściach właściwych. W zależności od kształtu komórek wyróżnia się :

- o **miękisz palisadowy** - komórki wydłużone, ściśle do siebie przylegające i ułożone prostopadle do powierzchni blaszki liściowej, tuż pod górną epidermą liści; odpowiada za proces asymilacji CO<sub>2</sub>,
- o **miękisz gąbczasty** - komórki o nieregularnych kształtach i dużych przestworach międzykomórkowych; stanowi system przewietrzający i zapewnia wymianę gazową dla miękiszu palisadowego,



- **mięgisz ramienisto-palisadowy** - występuje tylko w liściach kseromorficznych roślin iglastych; komórki są wielokątne, w narożach zaokrąglone, blisko ułożone, ściany komórkowe tworzą liczne fałdy skierowane ku wnętrzu, co zwiększa powierzchnię asymilacyjną i rekompensuje małą powierzchnię igły.

**Mięgisz spichrzowy** - występuje w bulwach, kłączach, cebulach i ziarniakach zbóż; duże, wielokątne komórki parenchymatyczne zawierają liczne leukoplasty, które gromadzą materiały zapasowe (skrobię, białko, tłuszcze). Odmianą mięgiszu spichrzowego jest **mięgisz wodonośny** (tj. magazynujący wodę). Występuje on w znacznych ilościach u sukulentów pędowych (np. w łodydze kaktusów, w łodydze i liściach rozchodników) oraz u sukulentów liściowych (np. aloes i agawa). Wakuole komórek tego mięgiszu zawierają znaczne ilości śluzu składającego się z polisacharydów, które wiążąc wodę utrudniają jej wyparowanie.

**Mięgisz przewietrzający (powietrzny, aerenchyma)** - występuje w łodygach i liściach zanurzonych roślin wodnych i bagiennych. Zawiera wielkie przestwory międzykomórkowe wypełnione powietrzem, które ułatwiają wymianę gazową i pozwalają na swobodne utrzymywanie się liści na lustrze wody. Delikatna struktura tego mięgiszu jest utrzymywana dzięki obecności idioblastów.

**Mięgisz przewodzący** (transfuzyjny) – to żywa część tkanki przewodzącej (tj. pierwotnego i wtórnego drewna i łyka).

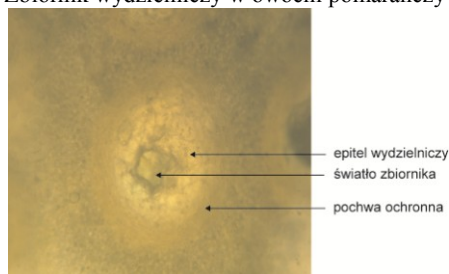
### 3. Struktury wydzielniczo-wydalnicze

Gromadzą i wydzielają produkty metabolizmu komórkowego (wydzieliny; sekrety); wydalają również zbędne produkty (wydaliny; ekskrety). Wydzieliny i wydaliny gromadzone są często w tych samych miejscach tj. w przestrzeniach międzykomórkowych, ścianie komórkowej lub wakuoli. Rodzaje struktur wydzielniczo-wydalniczych:

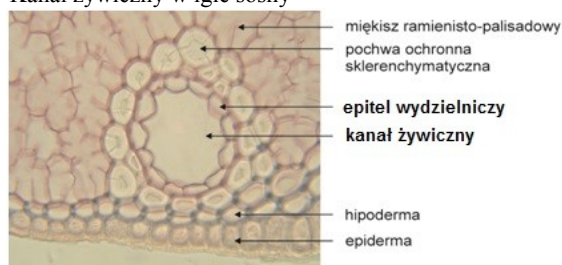
- **idioblasty** – to pojedyncze komórki o zgrubiałych ścianach; ich wakuole gromadzą i wydzielają śluzu (komórki śluzowe), olejki eteryczne (komórki olejkowe), alkaloidy (np. komórki mirozynowe), garbniki (komórki garbnikowe) oraz kryształy szczawianu wapnia (komórki kryształonośne). Idioblasty występują również w mięgiszu, np. przewietrzającym łodygi (patrz –fotografia powyżej), pełniąc funkcje wzmacniające.

- **włoski gruczołowe** - utworzone są z komórek skórki i komórek leżących pod nią. Posiadają cienkie ściany komórkowe, dobrze wykształcone retikulum endoplazmatyczne i liczne aparaty Golgiego. Wydzielają olejki eteryczne (szybko wyparowują lub występują w postaci kropeł) lub żywice. Włoski chmielu *Humulus lupulus* wydzielają lupulinę, która nadaje gorzki smak piwu.
- **miodniki** (nektaria) - mają charakter skórki wydzielniczej lub gruczołów o złożonej budowie. Ich wydzielina stanowi roztwór cukru tzw. nektar. Występują na dnie kwiatowym (u podstawy płatków w formie tarczki, pojedynczych komórek lub włosków gruczołowych), rzadziej w łodygach, przylistkach i szypułkach kwiatowych.
- **zbiorniki wydzielnicze** - gromadzą głównie olejki eteryczne. Ze względu na sposób powstawania wyróżnia się: (1) zbiorniki **lizygenowe** - tworzą się w wyniku rozpuszczenia się ścian komórek wydzielniczych (nazywanych epitelem wydzielniczym); występują np. w owocni owoców cytrusowych (patrz poniżej), (2) zbiorniki **schizogenowe** – powstają poprzez rozpuszczenie blaszek środkowych ścian komórkowych i rozsuniecie komórek; występują np. w liściach dziurawca zwyczajnego (*Hypericum perforatum*), (3) zbiorniki **schizolizygenowe** - komórki rozsuwają się, a następnie część z nich ulega rozpuszczeniu; występują np. w liściu ruty (*Ruta graveolens*).
- **przewody wydzielnicze (schizogenowe)** - to długie kanały otoczone epitelem wydzielniczym. U roślin iglastych, np. u sosny (*Pinus* sp.) tworzą skomplikowany system rur zwany kanałami żywicznymi (patrz poniżej), u lipy (*Tilia* sp.) – kanałami śluzowymi, a u selerowatych (*Apiaceae*) smugi olejkowe w rozłupniach (owoce).

Zbiornik wydzielniczy w owocni pomarańczy



Kanał żywiczny w igle sosny



- **hydatody** – to zespoły małych, komórek miękiszowych o dużych przestworach międzykomórkowych; umożliwiają gutację, czyli odprowadzanie nadmiaru wody. Hyda-

tody **czynne** (tzw. gruczoły wodne) regulują gutację niezależnie od ciśnienia wody w naczyniach i występują przede wszystkim u drzew, na zakończeniach ząbków liści. Hydatody **bierne** – to szparki wodne; są stale otwarte i uzależnione od ciśnienia wody w naczyniach; występują u traw.

- **latycyfery** (rury mleczne, mleczniki) - wydzielają sok mleczny, tzw. lateks czyli roztwór koloidalny zawierający tłuszcze, śluzy, gumy, żywice, terpenoidy, garbniki, białko, ziarna skrobi, alkaloidy (np. opium u *Papaver somniferum*) lub kauczuk (np. u kauczukowca *Hevea brasiliensis*). Latycyfery **nieczłonowane** (proste) – są to pojedyncze komórki wielojądrowe (powstają już w zarodku); występują u rodziny wilczomleczowatych (*Euphorbiaceae*) i morwowatych (*Moraceae*). Latycyfery **członowane** (złożone) – powstają z rzędów komórek, których ściany porzeczne uległy rozpuszczeniu (całkowicie lub częściowo); występują u makowatych (*Papaveraceae*), astrowatych (*Asteraceae*) i niektórych wilczomleczowatych (np. kauczukowiec brazylijski – *Hevea brasiliensis*).

## II. Część praktyczna

### 1. Obserwacja mikroskopowa preparatów trwałych:

- epiderma, aparat szparkowy, miękisz ramienisto - palisadowy i przewody żywiczne w liście (igłę) sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*),
- epiderma z włoskami liścia dziewanny kutnerowatej (*Verbascum phlomoides*),
- ryzoderma i włosniki korzenia bobu (*Vicia faba*),
- peryderma i przetchlinka w łodydze bzu czarnego (*Sambucus nigra*),
- miękisz spichrzowy ziarniaka pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum*),
- miękisz przewietrzający w łodydze wywłócznika (*Myriophyllum* sp.)

### 2. Przygotowanie i obserwacja preparatów z materiału roślinnego:

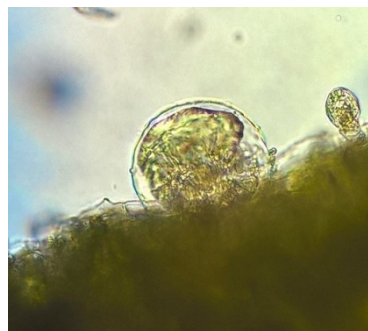
#### Włoski mechaniczne i wydzielnicze (gruczołowe):

Fragment liścia umieść w kropli wody, przykryj szkiełkiem nakrywkowym; obserwacja pod powiększeniem mikroskopu 10x10 i 10x40:

- liść mięty polnej (*Mentha arvensis*) - włoski mechaniczne są kilkukomórkowe, sztydlaste. Włoski gruczołowe są zbudowane z komórki podstawowej (leży w epidermie), krótkiej nóżki i kulistego 8-komórkowego zbiornika.



Włosek mechaniczny



Włosek gruczołowy

- o liść pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica*) - włoski mechaniczne są jednokomórkowe, drobne i szydlaste.

Włoski wydzielnicze (tzw. włoski parzące) wyrastają z wielokomórkowego cokołu; są także jednokomórkowe, zakończone tzw. banieczką (ściana komórkowa zawiera krzemionkę). Po dotknięciu skóry człowieka banieczka ułamuje się, a ostry koniec wbija się w skórę, uwalniając wydzielinę (zawiera min. mrówczan sodu, histaminę i acetylocholinę)



Włosek parzący

- o liść pelargonii pachnącej (*Pelargonium graveolens*) - włoski mechaniczne są kilkukomórkowe, wydłużone, ostro zakończone.

Włoski wydzielnicze składają się z kilkukomórkowego trzoneczka i komórki wydzielniczej. Posiada ona ścianę komórkową pokrytą kutykulą. Olejek lotny gromadzi się pomiędzy celulozową ścianą komórkową a kutykulą (tzw. przestrzeń subkutykularna).

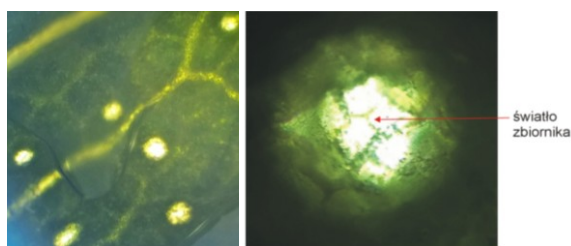


Włosek wydzielniczy pelargonii pachnącej

- o liść bylicy piołunu (*Artemisia absinthium*) - włoski są drobne, jednokomórkowe, mają postać litery T.

### Zbiorniki wydzielnicze:

- o zbiornik schizogenowy w liście dziurawca zwyczajnego (*Hypericum perforatum*). Umieść fragment blaszki liściowej w kropli wody, przykryj szkiełkiem nakrywkowym; obserwacja pod powiększeniem mikroskopu 10x20 i 10x40.

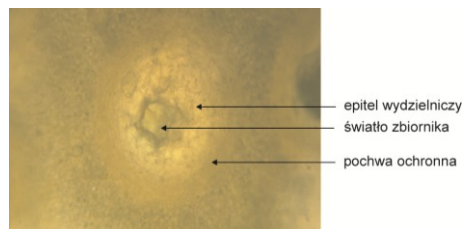




- o zbiornik lizygenowy w owocu pomarańczy gorzkiej (*Citrus aurantium*).

Wykonaj żyłką lub skalpelem przekrój poprzeczny przez owocnię pomarańczy, umieść w kropli wody; obserwacja pod powiększeniem mikroskopu 10x20 i 10x40.

Pod epidermą znajdują się przejaśnienia – zbiorniki olejkowe, otoczone pochwą ochronną. Epitel wydzielniczy wydziela olejki, które w postaci kropel gromadzą się w świetle zbiornika.



Zbiornik lizygenowy w owocu pomarańczy

Na podstawie obserwacji mikroskopowych uczniowie wykonują rysunki wraz z dokładnym opisem.