

ZAJĘCIA nr 1

ZAGADNIENIA TEORETYCZNE DO PRZYGOTOWANIA NA ĆWICZENIE: „Budowa komórki roślinnej”

Specyficzne cechy komórki roślinnej: ściana komórkowa (blaszka środkowa, ściana pierwotna, ściana wtórna; modyfikacje ściany); wakuola (sok komórkowy, funkcje wakuoli); plastydy (rodzaje i funkcje, fotosynteza); sferosomy, glioksysomy, peroksysomy. Elementy diagnostyczne komórki roślinnej: kryształy szczawianu wapnia, cystolity, skrobia zapasowa, ziarna aleuronowe.

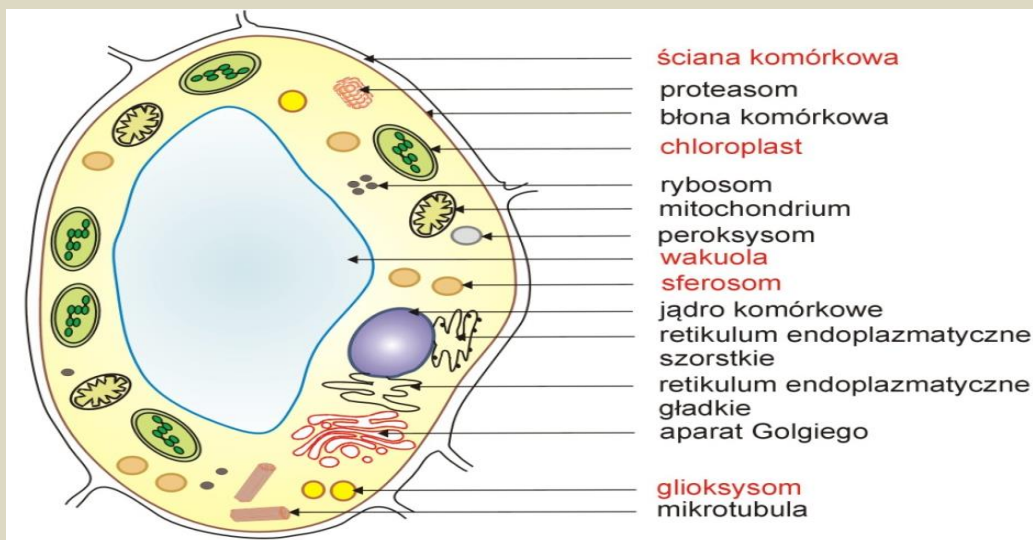
LITERATURA

1. Wybrane zagadnienia z botaniki dla studentów farmacji, pod red. H. Ostrowskiej, Białystok 2009.
2. Szwejkowscy A.J.: Botanika. PWN, Warszawa 2012.
3. Broda B.: Zarys botaniki farmaceutycznej. PZWL, Warszawa 2002.
4. Kohlmüszner S.: Farmakognozja: podręcznik dla studentów farmacji. PZWL, Warszawa 2016.

I. Część teoretyczna

Specyficzne cechy komórki roślinnej - Rysunek 1

Komórka roślinna wyróżnia się występowaniem ściany komórkowej, plastydów, wakuoli, glioksysomów i sferosomów. Jądro komórkowe spychane jest przez powiększającą się wodniczkę ku błonie komórkowej, podczas gdy w komórce zwierzęcej zajmuje miejsce centralne. Cytoplazma wraz z organellami, strukturami i błoną komórkową to **protoplast**.



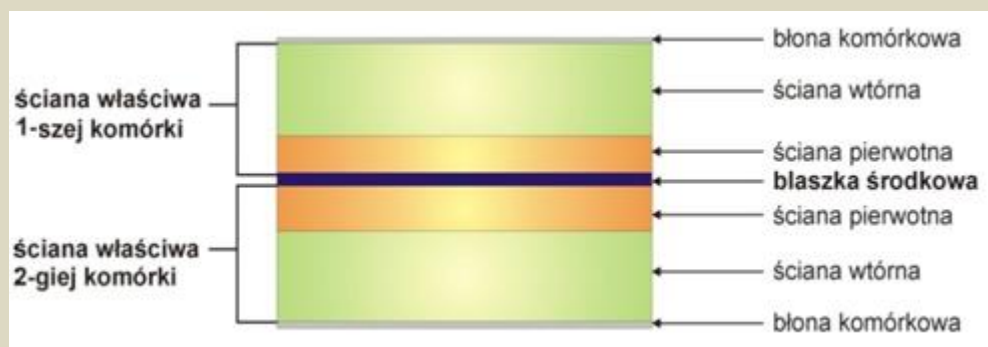
Rysunek 1. Schemat budowy komórki roślinnej.

1. Ściana komórkowa (Rysunek 2) i jej modyfikacje

Ściana komórkowa to martwy wytwór protoplastu, całkowicie przepuszczalny dla wody i zawartych w niej związków. Stanowi wzmocnienie komórki i chroni przed drobnoustrojami. Ściany młodych komórek są zbudowane z 2 warstw:

- **blaszki środkowej** - zajmuje obszar między sąsiadującymi komórkami i zapewnia przyleganie ścian sąsiednich komórek; jest zbudowana z **pektyn** (głównym ich składnikiem jest kwas galakturonowy i jego pochodne),
- **ściany właściwej** - jest elastyczna i może się rozciągać w czasie wzrostu komórki; jest zbudowana z **celulozy** (polisacharydu zawierającego tysiące reszt glukozy) i **hemicelulozy** (zbudowanej z reszt kwasu glukuronowego, pentoz i heksoz).

Substancje pektynowe blaszki środkowej i hemiceluloza ściany właściwej są syntetyzowane w aparacie Golgiego i transportowane w pęcherzykach do miejsca



Rysunek 2. Schemat budowy ściany komórkowej

tworzenia ściany. Natomiast celuloza jest syntetyzowana przez protoplast. Częsteczki celulozy ściany pierwotnej zawierają około 1000 reszt glukozy, natomiast wchodzące w skład ścian wtórnych mają ponad 3000 reszt glukozy. Ułożone są one równolegle w wiązki i tworzą fibryłę (zawiera ona 40-100 cząsteczek glukozy). 3-4 fibryle tworzą mikrofibryle, a 200-400 mikrofibryli tworzy makrofibryłę. W ścianach pierwotnych zdolnych do wzrostu fibryle celulozy przeplatają się nieregularnie, natomiast w ścianach wtórnych ułożone są o wiele gęściej i układają się mniej lub bardziej równolegle do siebie. **Ściana wtórna** powstaje poprzez odkładanie się warstw celulozowych od wewnętrznej strony ściany pierwotnej tzn. pomiędzy ścianą a błoną komórkową. Stanowi ona wzmocnienie ściany komórkowej (zawartość celulozy w ścianie wtórnej może dochodzić nawet do 90%).

W ścianach komórkowych znajdują się pory (jamki), przez które przechodzą cienkie pasma cytoplazmy otoczone błoną – **plazmodesmy**. Powstają one podczas cytokinezy i łączą ze sobą protoplasty sąsiadujących komórek.

Modyfikacje ścian komórkowych:

- **inkrustacje**, czyli wbudowywanie substancji między fibryle celulozowe; do tych substancji należą: lignina (drzewnik, pochodna fenylopropanu – pojawia się po zakończeniu wzrostu komórki), związki nieorganiczne (krzemionka,

węglan wapnia) i związki organiczne (żywice, lipidy, olejki eteryczne, kwasy organiczne),

- **adkrustacje**, czyli odkładanie się na powierzchni ściany komórkowej związków lipidowych (kutyna, suberyna, woski, sporopolenina) i związków polisacharydowych (kalozy, śluzy).

2. Plastydy

Prekursorami plastydów są **proplastydy** komórek embrionalnych zarodka. Wraz ze wzrostem i specjalizacją komórek proplastydy przekształcają się w **bezbarwne leukoplasty** oraz **barwne chloroplasty** i **chromoplasty**. Wszystkie rodzaje plastydów otoczone są **podwójną błoną (osłonką)**.

- **leukoplasty** - mają postać kulistą lub wrzecionowatą; syntetyzują i gromadzą materiały zapasowe: skrobię zapasową (amyloplasty), białko (proteinoplasty) i tłuszcze (elajoplasty). Powstają w organach podziemnych roślin (korzenie, bulwy, kłącza); mogą przekształcać się na świetle w chloroplasty (np. w bulwach ziemniaka *Solanum tuberosum*) lub w chromoplasty (np. w kłączach),
- **chloroplasty** - ich płynne wnętrze - **stroma** jest wypełnione **tylakoidami** utworzonymi przez wewnętrzną błonę chloroplastu. Zgrupowania tylakoidów tworzą **grana**. W błonach gran występują dwa kompleksy białkowo-barwnikowe: fotosystem I (PSI) i fotosystem (PSII), a także kompleks cytochromowy i syntaza ATP, biorące udział w **fazie jasnej (światłej) fotosyntezy**. W fazie tej, dzięki absorpcji energii świetlnej przez barwniki fotosyntetyczne (chlorofile a i b oraz pomocnicze karotenoidy: ksantofile i karoteny) wytwarzana jest energia chemiczna magazynowana w ATP; równocześnie powstaje NADPH (tzw. siła redukcyjna) i tlen jako produkt uboczny. Natomiast druga, **ciemna faza fotosyntezy** zachodzi w stromie. W tej fazie dochodzi do asymilacji dwutlenku węgla i jego redukcji do cukrów prostych z użyciem ATP i NADPH wyprodukowanych w fazie jasnej. Stroma zawiera również DNA (genom chloroplastowy) oraz aparat biosyntezy białka.

- **chromoplasty** - powstają z proplastydów, leukoplastów lub chloroplastów; mają kształt owalny, ale w następstwie zawartych w nich barwników przybierają często postać płytek lub igieł. W ich macierzy znajdują się karoteny i ksantofile (np. luteina, zeaksantyna), które warunkują zabarwienie pomarańczowe, żółte lub brązowe różnych organów roślin (np. płatków kwiatów, owoców i korzeni); chromoplasty występują w tkankach o małej aktywności fizjologicznej, a ich pojawienie się jest niekiedy objawem starzenia się komórek (np. żółknięcie liści jesienią).

3. Peroksysomy, glioksysomy i sferosomy

To organella otoczone pojedynczą błoną:

- peroksysomy - w komórkach liści uczestniczą w fotooddychaniu, przekształcając glikolany do fosfoglicerynianu i CO_2 ,
- glioksysomy- występują tylko w tkankach magazynujących tłuszcze, np. w nasionach oleistych; zawierają enzymy cyklu glioksydanowego, które odpowiadają za szybki rozpad kwasów tłuszczowych i ich zamianę na cukier - sacharozę; proces ten zachodzi przy współudziale mitochondriów i cytoplazmy podstawowej i pełni kluczową rolę podczas kiełkowania nasion,
- sferosomy - w tkankach spichrzowych uczestniczą w procesach rozkładu wewnątrzkomórkowego oraz w syntezie tłuszczów; powstają z błon retikulum endoplazmatycznego.

4. Wakuola

Wakuola zajmuje dość dużą objętość komórki roślinnej (nawet do 80%); od cytoplazmy oddziela ją błona plazmatyczna zwana **tonoplastem**. Jest magazynem substancji zapasowych, wydzielin, substancji ergastycznych i związków biologicznie czynnych; odpowiada również za utrzymanie turgoru komórki. Głównym składnikiem soku wakuolarnego jest woda; związki chemiczne w niej zawarte to:

- kationy (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu^{2+}) i aniony (SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , HCO_3^- , NO_3^{2-}),
- kwasy organiczne i ich sole – np. kryształy szczawianu wapnia jako wydaliny gromadzone w postaci pojedynczych kryształów, rafidów, druz lub piasku

krystalicznego; ich powstanie ma związek z unieszkodliwianiem kwasu szczawiowego,

- cukry proste (glukoza, fruktoza), disacharydy (sacharoza, maltoza) i polisacharydy (skrobia, inulina); u grzybów zamiast skrobi występuje glikogen,
- aminokwasy i białka – białka początkowo występują w stanie rozpuszczonym, a w miarę utraty wody w wakuoli kondensują i przybierają formę ziaren aleuronowych, np. w warstwie aleuronowej ziarniaków zbóż; duże ziarna o budowie złożonej spotyka się w nasionach gromadzących tłuszcze,
- tłuszcze - występują w tzw. wakuolach tłuszczowych roślin oleistych, głównie w owocach (np. pestkowce oliwki) oraz nasionach (np. słonecznika zwyczajnego, rzepaku, soi),
- barwniki wakuolarne – czerwone antocyjany, np. cyjanidyna w korzeniu *Beta vulgaris* (burak czerwony), pelargonidyna w płatkach *Pelargonium* sp. (pelargonia), *Amaranthus* sp. (szarłat), delfinidyna w owocach *Vitis vinifera* (winorośl właściwa), *Sambucus nigra* (bez czarny), *Rubus idaeus* (malina właściwa); żółte flawony, np. w owocach *Citrus reticulata* (mandarynka); żółte flawonole, np. w kwiatach *Primula* sp. (pierwiosnek). Flawony i flawonole ze względu na budowę chemiczną zaliczane są do flawonoidów,
- witaminy,
- substancje biologicznie czynne (Tabela 1) - to **wtórne metabolity** o różnej budowie chemicznej; występują jedynie w niektórych rodzinach, a nawet rodzajach czy gatunkach; spośród 50 tysięcy znanych związków tylko część posiada określoną aktywność farmakologiczną.

Przykłady substancji biologicznie czynnych i ich źródła	Właściwości
<p>Glikozydy nasercowe: kwiaty <i>Digitalis purpurea</i> (naparstnica purpurowa) K-strofantyna, adonitoksyna - ziele <i>Adonis vernalis</i> (miłek wiosenny)</p>	<p>związki cukrów prostych (głównie glukozy) z aglikonem; pobudzają pracę serca (zwiększają siłę skurczu mięśnia i zmniejszają jego częstość), stosowane przy niewydolności serca, migotaniu przedsionków i częstoskurczu nadkomorowym</p>
<p>Saponiny Korzeń <i>Saponaria officinalis</i> (mydlnica lekarska) i <i>Panax ginseng</i> (żeń-szeń prawdziwy), ziele <i>Equisetum</i> sp. (skrząp), liście <i>Hedera</i> sp. (bluszcz), owoc <i>Aesculus hippocastanum</i> (kasztanowiec zwyczajny) solanina - bulwa <i>Solanum tuberosum</i> (ziemniak zwyczajny)</p>	<p>obniżają napięcie powierzchniowe roztworów wodnych, intensywnie pienią się, hemolizują erythrocyty, zmiękczejają, uelastycznijają i regenerują naskórek; wykazują działanie przeciugrzybicze, przeciwbakteryjne, przeciwobrzękowe; stosowane w farmacji jako emulgatory (tworzą roztwory koloidalne)</p>
<p>Olejki gorczyczne: synalbina - nasienie <i>Synapis alba</i> (gorczyca biała) syningryna – nasienie <i>Synapis nigra</i> (gorczyca czarna) tussilagina - liście <i>Tussilago farfara</i> (podbiał pospolity), gorycze - liście <i>Aloe</i> sp. (aloes), korzeń i liście <i>Taraxacum officinale</i> (mniszek lekarski)</p>	<p>właściwości antyseptyczne</p>
<p>Flawonoidy (bioflawonoidy): kwercetyna – liście <i>Ginkgo biloba</i> (miłorząb japoński), <i>Sambucus nigra</i> (bez czarny), <i>Tilia</i> sp. (lipa), rutozyd (rutyna) - ziele <i>Fagopyrum esculentum</i> (gryka zwyczajna), liście <i>Crataegus</i> sp. (głóg) hesperydyna - owoce <i>Citrus aurantium</i> (pomarańcza gorzka), liście <i>Mentha piperita</i> (mięta pieprzowa) apigenina - liście <i>Ginkgo biloba</i> (miłorząb japoński), koszyczki <i>Matricaria chamomilla</i> (rumianek pospolity) hiperozyd - ziele <i>Hypericum</i> sp. (dziurawiec), liście <i>Betula</i> sp. (brzoza), owoce <i>Crataegus</i> (głóg) genisteina - <i>Glycine max</i> (soja owłosiona)</p>	<p>właściwości przeciutleniające (naturalne antyoksydanty) działanie przeciugrzybicze, przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe; uszczelnijają naczynia włosowate, zmniejszają stany zapalne skóry, hamują zmiany uczuleniowe, działają przeciwobrzękowo, zapobiegają uszkodzeniom skóry pod wpływem promieni UV</p>

Alkaloidy:

purynowe – kofeina w nasionach kakaowca *Theobroma cacao*, kuli *Cola acuminata*, *Coffea arabica* (kawa arabska), *Paulinia guarana* (paulinia guarana), teofilina (razem z kofeiną) w liściach *Thea sinensis* (herbata chińska),

pirydynowe - nikotyna w liściach *Nicotiana tabacum* (tytoń szlachetny), lobelina w ziele *Lobelia inflata* (stroiczka rozdęta), arekolina w nasionach *Areca catechu* (palma arekowa),

piperydynowe - koniina w liściach *Conium maculatum* (szczwół plamisty), piperyna w owocach *Piper nigrum* (pieprz czarny),

izochinolinowe - morfina, papaweryna, kodeina w soku mlecznym niedojrzałych torebek *Papaver somniferum* (mak lekarski), chelidonina, chelerytryna, koptyzyna, sangwinaryna w soku mlecznym korzenia i ziela *Chelidonium majus* (glistnik jaskółcze ziele), berberyina w liściach *Caltha palustris* (kaczeniec błotny) i *Chelidonium majus*,

chinolinowe – chinina, chinidyna w korze *Cinchona succirubra* (chinowiec czerwonosoczny),

chinolizydynowe – nufarydyna w kłaczu *Nuphar luteum* (grąźel żółty),

tropanowe - kokaina w liściach *Erythroxylum coca* (krasnodrzew kokainowiec), skopolamina w liściach *Hyoscyamus niger* (lulek czarny) i *Datura stramonium* (bieluń dziedzierzawa), atropina w liściach i korzeniu *Atropa belladonna* (pokrzyk wilcza jagoda),

indolowe - strychnina w nasieniu *Strychnos nux-vomica* (kulczyba wronie oko), rezerpina w korzeniu *Rauwolfia serpentina* (rauwolfia żmijowa), winblastyna, winkrystyna, winkamina w korzeniu i ziele *Catharanthus roseus* (barwinek różowy), *Vinca minor* (barwinek niebieski, mniejszy),

ergolinowe - ergotamina, ergotyna, ergokryptyna w *Secale cornutum* (sporysz buławinki czerwonej w kłosach żyta).

zasadowe związki organiczne zawierające azot, powstają w wyniku metabolizmu aminokwasów, wiele z nich jest silnie trujących, ale w małych dawkach wykazują działanie farmakologiczne charakterze

Śluzu:

korzeń i liść *Althaea officinalis* (prawosław lekarski), *Symphytum officinale* (żywokost lekarski), liść *Tussilago farfara* (podbiał pospolity), kwiat *Malva sylvestris* (ślaz dziki), *Verbascum* sp. (dziewanna), nasiona *Linum usitatissimum* (len zwyczajny), owoce *Cydonia oblonga* (pigwa zwyczajna)

mieszanina różnych polisacharydów o charakterze koloidalnym; właściwości powlekające i ochronne: zabezpieczają skórę przed wysuszeniem i substancjami drażniącymi, łagodzą podrażnienia, spierzchnięcia, wypryski alergiczne, zmiękczają i uelastyczniają naskórek; środki przeczyszczające

Garbniki:

galotaniny - kora dębu *Quercus* sp. i eukaliptusa *Eucalyptus* sp., liście *Thea sinensis* (herbata chińska), flobafeny - kora wielu drzew, np. *Aesculus hippocastanum* (kasztanowiec zwyczajny), kłącze *Potentilla erecta* (pięciornik gęsi), liście i owoce *Vaccinium myrtillus* (borówka czernica)

spolimeryzowane związki fenolowe; powstają w wyniku metabolizmu aminokwasów aromatycznych; najczęściej w postaci inkluzów barwy brunatnej lub żółtej; łatwo rozpuszczalne w wodzie, tworzą trwałe połączenia z białkami poprzez wiązania wodorowe (koagulacja); ściągają pory, powodują wzrost napięcia skóry, zmniejszają podrażnienia, pieczenie i swędzenie skóry, hamują działanie histaminy; działają ściągająco, przeciwzapalnie, przeciwbakteryjne na błonę śluzową przewodu pokarmowego, stosowane jako odtrutki przy zatruciach alkaloidami i metalami ciężkimi

Olejki lotne (eteryczne):

liście: *Mentha piperita* (mięta pieprzowa), *Melissa officinalis* (melisa lekarska), *Artemisia absinthium* (bylica piołun),
kłącze: *Acorus calamus* (tatarak zwyczajny)
kora *Cinnamomum* sp. (cynamonowiec)
płatki kwiatów: *Rosa* sp. (róża), *Prunus padus* (czerecha zwyczajna), *Eugenia caryophyllata* (goździkowiec korzenny), *Valeriana officinalis* (kozłek lekarski), *Matricaria chamomilla* (rumianek pospolity)
owoce: *Malus domestica* (jabłoń domowa), *Citrus sinensis* (pomarańcza chińska, słodka), *Citrus limon* (cytryna zwyczajna) i *C. paradisi* (grejfrut), *Piper nigrum* (pieprz czarny), *Carum carvi* (kminek zwyczajny), *Cuminum cyminum* (kmin rzymski), *Anethum graveolens* (koper ogrodowy); nasiona *Elettaria cardamomum* (kardamon kalabryjski), *Myristica fragrans* (muszkatałowiec wonny)

lotne mieszaniny różnych związków organicznych, głównie terpenów i terpenoidów i produktów ich utleniania; działanie antybakteryjne, przeciwwirusowe, przeciwzapalne, antyseptyczne, nawilżają naskórek, przyspieszają regenerację naskórka, zapobiegają powstawaniu cellulitu, łagodzą zmiany alergiczne skóry

Żywice:

przewody żywiczne u *Pinus* sp. (sosna), kłącze *Zingiber officinale* (imbir lekarski); podofilina w kłączu *Podophyllum peltatum* (stopkowiec tarczowaty)

pochodne terpenów, właściwości antyseptyczne, ściągające, gojące rany, przeciwłupieżowe, przeciwzapalne

Balsamy:

balsam peruwiański - patologiczny wytwór z pnia *Myroxylon balsamum* (drzewo balsamowe), terpentyna sosnowa u *Pinus* sp. (sosna) i modrzewiowa u *Larix* sp. (modrzew)

pochodne terpenów, właściwości antyseptyczne, ściągające, gojące rany, przeciwłupieżowe, przeciwzapalne

Kauczuk:

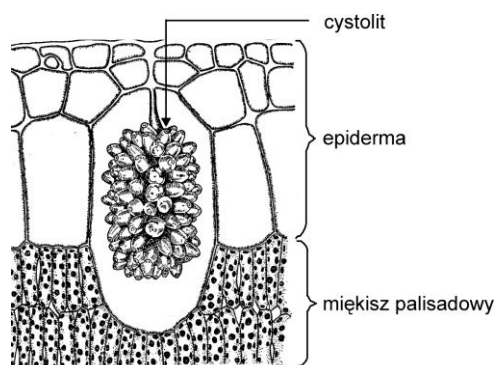
sok mleczny *Hevea brasiliensis* (kauczukowiec brazylijski), *Lobelia inflata* (stroiczka rozdęta)

właściwości alergizujące

II. Część praktyczna

1. Identyfikacja celulozy inkrustowanej węglanem wapnia – cystolitu w komórce skórki liścia *Ficus elastica* (figowiec sprężysty)

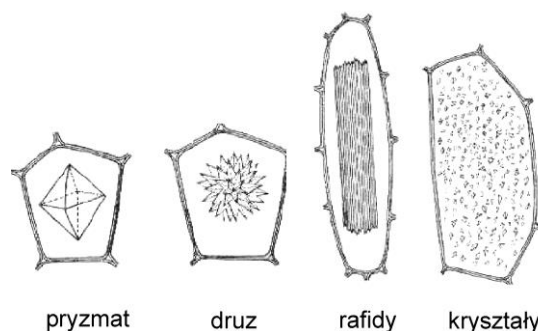
U niektórych roślin pojedyncze komórki epidermy rozrastają się znacznie intensywniej niż pozostałe, a w ich wnętrzu powstaje specjalny wytwór ściany komórkowej zwany **cystolitem**. Główną funkcją cystolitu jest magazynowanie nadmiaru węglanu wapnia.



Wykonaj skalpelem lub żyłką przekrój poprzeczny przez blaszkę liściową *Ficus elastica*. Obserwuj groniaste przezroczyste cystolity w komórkach epidermy przy powiększeniu mikroskopu 10x40.

2. Identyfikacja różnych form szczawianu wapnia w komórkach roślin

Szczawian wapnia występuje w wakuoli w postaci pojedynczych kryształów (jedyńce, styloidy), rafidów, druz lub piasku krystalicznego. Stanowią one zbędne produkty przemiany materii (tzw. wydaliny).



Przygotowanie preparatów mikroskopowych

- komórki łuski okrywowej cebuli zwyczajnej *Allium cepa*

Niewielki fragment żółtobrazowej łuski ułóż na szkiełku podstawowym, zaaplikuj pipetką wodę destylowaną. W martwych komórkach łuski, wypełnionych powietrzem, występują przezroczyste kryształy szczawianu wapnia: pojedyncze wydłużone pryzmaty (jedyńce) lub zrośnięte po 2 i ułożone na krzyż (tzw. krzyżaki); Obserwacja pod mikroskopem przy powiększeniu 10x40.

- komórki epidermy liścia trzykrotki *Tradescantia sp.*

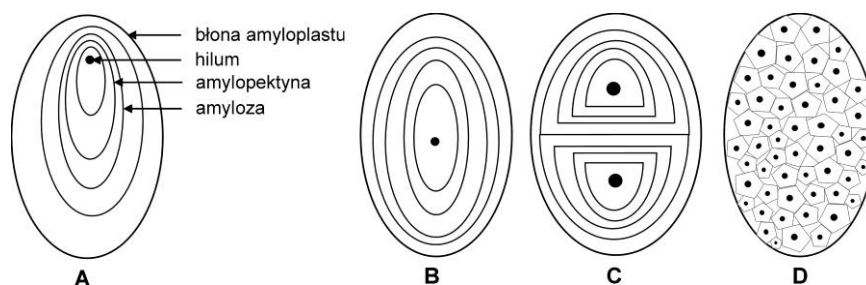
Liść nawiń na palec i delikatnie zetnij żyłką dolną epidermę, umieść pobrany fragment w wodzie destylowanej. Szczawian wapnia krystalizuje w formie cienkich igieł zaokrąglonych na obu końcach, ułożonych w pęczki - rafidy. Obserwacja pod mikroskopem przy powiększeniu 10x40.

- komórki ogonka liściowego begonii *Begonia sp.*

Wykonaj przekrój poprzeczny przez ogonek liściowy, umieść uzyskany fragment w wodzie destylowanej. W dużych, prawie okrągłych komórkach miękiszowych kryształy szczawianu wapnia zlepiają się ze sobą, tworząc charakterystyczne duży (gruzły). Obok nich spotyka się także pojedyncze niewielkie proste kryształy. Obserwacja przy powiększeniu mikroskopu 10x40.

3. Identyfikacja ziaren skrobi w komórkach mięsiszowych

Skrobia (amylum) jest zbudowana z reszt glukozy połączonych wiązaniami glikozydowymi. Składa się z amylopektyny (polisacharyd o strukturze rozgałęzionej) oraz z amylozy (polisacharyd o strukturze liniowej). Amylopektyna stanowi 70-80% skrobi, a amyloza 20-30%. Skrobia asymilacyjna jest syntetyzowana w chloroplastach w postaci drobnych ziarenek, które w nocy przekształcane są w cukier (glukoza) transportowany do amyloplastów (rodzaj leukoplastów) i tam przekształcany w ziarna skrobi zapasowej. Skrobia odkłada się warstwami, czyli przez apozycję wokół ośrodków kondensacji – **hilum**. Gdy jest jeden ośrodek kondensacji (hilum) powstają pojedyncze ekscentrycznie lub koncentrycznie uwarstwione ziarna skrobi; gdy są dwa ośrodki powstają ziarna półłożone, a gdy ośrodków jest więcej - ziarna złożone. W zależności od gatunku rośliny, ziarna skrobi mają różną postać i średnicę od 3 do 100 μm . Zajmują całą objętość leukoplastu i stanowią bardzo charakterystyczny element diagnostyczny pozwalający rozpoznać gatunek rośliny, z której pochodzą.



Rodzaje ziaren skrobi: (A) pojedyncze ekscentrycznie uwarstwione; (B) pojedyncze koncentrycznie uwarstwione; (C) półłożone; (D) złożone.

Uczniowie będą identyfikowali ziarna skrobi:

- pojedyncze ekscentrycznie uwarstwione i półłożone w komórkach mięsiszowych bulwy ziemniaka zwyczajnego *Solanum tuberosum*
- pojedyncze ekscentrycznie uwarstwione w komórkach mięsiszowych owocu banana *Musa* sp.

- pojedyncze koncentryczne w komórkach miękiszowych nasienia fasoli zwyczajnej *Phaseolus vulgaris*; ziarno skrobi fasoli w centralnej części posiada pęknięcie w postaci szczeliny
- złożone w komórkach miękiszowych owocu (ziarniaka) ryżu *Oryza* sp.

Przygotowanie preparatów mikroskopowych

Za pomocą igły preparacyjnej lub żyłki zeskrób niewielką ilość miąższu i umieść na szkiełku podstawowym w niewielkiej ilości wody destylowanej. Nanieś pipetką płyn Lugola i przykryj szkiełkiem nakrywkowym. Pod wpływem płynu Lugola ziarna skrobi barwią się na fioletowo (reakcja pomiędzy cząsteczkami jodu i anionami polijodkowymi a łańcuchami amylozy, zbudowanej z cząsteczek D-glukozy). Obserwacja przy powiększeniu mikroskopu 10x40.

4. Identyfikacja inuliny w komórkach miękiszowych bulwy korzeniowej dalii *Dahlia* sp. (preparat trwały)

Inulina jest zbudowana z 32-34 cząsteczek fruktozy. Występuje w postaci koloidu i gromadzi się jako materiał zapasowy w bulwach większości gatunków z rodziny *Asteraceae* (astrowatych), w kłączach *Iridaceae* (kosaćcowate), w cebulach niektórych gatunków z rodziny *Liliaceae* (liliowate). Jest stosowana w diecie chorych na cukrzycę jako substytut cukru.

Inulina pod wpływem etanolu tworzy przezroczyste sferokryształy.

5. Identyfikacja białka zapasowego – aleuronu w komórkach bielma ziarniaka pszenicy zwyczajnej *Triticum aestivum* (preparat trwały)

Aleuron występuje w postaci drobnych kulistych ziarenek w warstwie aleuronowej bielma (tkanka zapasowa ziarniaka).

6. Wpływ pH na barwę antocyjanów w komórkach liści kapusty czerwonej *Brassica oleracea* var. *rubra*

Niewielki fragmenty liści kapusty czerwonej umieść na szalkach Petriego. Zaaplikuj pipetką Pasteura na jeden skrawek niewielką ilość 10% roztworu kwasu octowego, na drugi wodę destylowaną, na trzeci 10% roztwór wodorotlenku potasu.

Zaobserwuj różnice w zabarwieniu antocyjanów w poszczególnych fragmentach liści. Sformułuj wniosek dotyczący wykonanego doświadczenia.

7. Obserwacja chromoplastów w komórkach miąższowych korzenia marchwi zwyczajnej *Daucus carota*

Wykonaj skalpelem lub żyłką przekrój poprzeczny przez korzeń. Umieść cienki skrawek w wodzie na szkiełku podstawowym.

Chromoplasty o barwie czerwono-pomarańczowej mają różną wielkość i kształt (graniastosłupy lub nieregularny kształt kryształów). W obrębie chromoplastów krystalizuje β – karoten (prowitamina A; nie występuje ona w odmianie marchwi o korzeniach białych). Obserwacja przy powiększeniu mikroskopu 10x40.