

ZAJĘCIA nr 2

ZAGADNIENIA TEORETYCZNE DO PRZYGOTOWANIA NA ĆWICZENIE: „Glony”

Glony prokariotyczne (Cyanobacteria) i eukariotyczne (Bacillariophyta, Phaeophyceae, Rhodophyta, Chlorophyta, Streptophyta): budowa ściany komórkowej; barwniki asymilacyjne i substancje zapasowe; poziomy organizacji; sposoby rozmnażania; zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym

LITERATURA

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

I. Część teoretyczna

Glony – algi (*Algae*) to organizmy samożywne, beztkankowe (plechowe). Żyją w wodach słodkich i zasolonych oraz w środowiskach wilgotnych.

Wyróżnia się:

- o glony prokariotyczne - *Cyanobacteria* (sinice); brak jądra komórkowego; genom (DNA) w postaci nukleoidu,
- o glony eukariotyczne - należą do nich między innymi: okrzemki (*Bacillariophyta*), brunatnice (*Phaeophyceae*), krasnorosty (*Rhodophyta*), zielenice (*Chlorophyta*) oraz *Streptophyta* (brak polskiej nazwy); komórki zawierają jedno jądro lub kilka jąder komórkowych (tzw. komórczaki).

Różnice pomiędzy tymi grupami dotyczą budowy ściany komórkowej, rodzaju barwników asymilacyjnych i substancji zapasowych (tabela poniżej).

Głony	Ściana komórkowa	Barwniki asymilacyjne	Substancje zapasowe
Gromada <i>Cyanobacteria</i>	zewnątrzna: śluz, pektyny, celuloza wewnętrzna: mureina	chlorofil a, c- fikoerytryna, c-fikocyjanina, alloficyjanina, β -karoten, ksantofile (mykso-i zeaksantyny)	skrobia i glikogen; kwas β -hydroksymasłowy, cyjanoficyna, wolutyna
Gromada <i>Bacillariophyta</i> (Okrzemki)	pancerzyk krzemionkowy; membrana graniczna : kwaśny polisacharyd	chlorofile a i c, β - karoten, fukoksantyna, luteina	chrysolaminaryna (poliglikan); tłuszcze
Klasa <i>Pheophyceae</i> (Brunatnice)	celuloza, kwas alginowy (sól wapniowa), fukoidyna, inkrustacje solami wapnia i żelaza	chlorofile a i c, śladowe ilości chlorofilu b, β -karoten, fukoksantyna, ksantofile	laminaryna i mannitol (poliglikany); tłuszcze
Gromada <i>Rhodophyta</i> (Krasnorosty)	zewnątrzna: pektynowa, inkrustowana węglanem wapnia, magnezu, związkami żelaza i solami kwasu alginowego wewnętrzna: celulozowa	r- fikoerytryna, r-fikocyjanina, alloficyjanina; chlorofil a i d, α i β - karoten, ksantofile (luteina)	florydozyd (poliglikan); tłuszcze
Gromada <i>Chlorophyta</i> (Zielenice) Gromada <i>Streptophyta</i>	zewnątrzna: pektynowa, niekiedy inkrustowana chityną lub solami wapnia, wewnętrzna: celulozowa (tylko u niektórych gatunków)	chlorofile a i b, α i β - karoten, ksantofile (luteina, zeaksantyna)	skrobia; u niektórych tłuszcze

Poziomy organizacji w/w glonów:

- o forma kokalna– komórka o stałym kształcie, otoczona pektynowo-celulozową ścianą komórkową, nie posiada zdolności ruchu,
- o forma kolonijna (cenobialna) - najprostsza forma organizmu wielokomórkowego; po podziale komórki potomne nie rozdzielają się (ale każda zachowuje swą niezależność); grupa komórek jest otoczona śluzem lub wspólną błoną; w koloniach o najwyższym poziomie organizacji, komórki połączone są ze sobą plazmodesmami,



- o forma nitkowata (trychalna) – komórki tworzą **nici jednorzędowe** (powstają one w wyniku podziałów poprzecznych komórek kolonii) i **nici wielorzędowe** (z odgałęzieniami; powstają one w wyniku podziałów podłużnych komórek kolonii)
- o forma plechowata: **plektenchymatyczna** (nici pojedyncze i wielorzędowe łączą się ze sobą poprzez splątanie lub zlepianie śluzowych ścian komórkowych; przy czym można wyodrębnić poszczególne nici plechy) i **pseudoparenchymatyczna** (wiele warstw komórek ułożonych regularnie zrasta się ze sobą ścianami i nie można ich oddzielić); u niektórych glonów, plecha ta ulega podziałowi na nibyorgany: **kauloid** (nibyłodygę), **filoid** (nibylisicie) i **ryzoidy** (chwytniki, umożliwiające przyczepianie się glonu do podłoża).

Sposoby rozmnażania się glonów

bezpłciowo (wegetatywnie) przez:

podział komórki,

fragmentację plech,

zarodniki (spory):

- ✓ zoospory - posiadają wici,
- ✓ aplanospory - cienkościenne bez wici,
- ✓ formy przetrwalnikowe - grubościenne bez wici.

Zarodniki powstają w komórkach macierzystych (sporangiach).

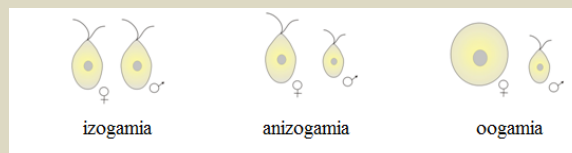
Bezpłciowo rozmnaża się większość glonów.

płciowo:

izogamia – kopulujące gamety nie różnią się od siebie wyglądem; obie posiadają wici

anizogamia – kopulujące gamety różnią się od siebie wyglądem (większa uważana jest za gametę żeńską); obie posiadają wici

oogamia - gamety męskie są mniejsze i posiadają wici; gamety żeńskie są przenoszone biernie lub znajdują się w oogoniach.



Gamety powstają w jednokomórkowych gametangiach: oogoniach (lęgniach) i plemniach (anteridiach); nie różnią się one od komórek wegetatywnych.

Cyanobakterie (*Cyanobacteria/ Cyanophyta* (sinice))

Do *Cyanobacteria* należy około 2000 gatunków. Przedstawiciele: *Anabaena* sp. (anabena), *Beggiatoa* sp. (begiatoa), *Nostoc* sp. (trzęsidło), *Oscillatoria* sp. (drgalnica), *Microcystis* sp. (mikrocystis), *Gleocapsa* sp., *Stigonemasp.*, *Scytonemasp.*, *Arthrospirasp.*, *Rivularia* sp.

Występują w formie koralowej, kolonijnej, nitkowatej (jednorzędowej i wielorzędowej). Rozmnażają się wyłącznie bezpłciowo przez:

- podział komórki (formy o prostej budowie) i fragmentację nici (powstałe fragmenty mają zdolność ruchu i nazywane są hormogoniami),
- zarodniki: endospory (powstają wewnątrz komórki macierzystej) i egzospory (powstają na szczycie komórki macierzystej); niektóre sinice tworzą zarodniki przetrwalnikowe (jednokomórkowe akinety lub wielokomórkowe hormocysty).

Są głównie autotrofami; tylko niektóre gatunki przeprowadzają chemosyntezę. Barwniki asymilacyjne znajdują się w ziarnistościach pokrywających błony tylakoidów (brak wykształconych chloroplastów). Pewne gatunki z rodzaju *Nostoc* i *Anabaena* mają zdolność asymilacji wolnego azotu w warunkach beztlenowych. W Japonii nawozi się tymi gatunkami pola ryżowe uzyskując zwiększenie plonów. *Anabaena cylindrica* wytwarza znaczną ilość witaminy B₁₂.

Sinice żyją w wodach słodkich i morskich na różnych głębokościach, ale przede wszystkim tworzą fitoplankton. Niektóre mogą pojawiać się masowo, powodując zakwity wód o różnym zabarwieniu: intensywnie zielonym (*Aphanizomenon flos-aque*), niebieskim (*Microcystis* sp., *Anabaena* sp.), intensywnie czerwonym (*Oscillatoria rubescens*). Morze Czerwone zawdzięcza swą nazwę masowym zakwitom *Trichodesmium erythraeum*. **Toksyny sinicowe (cyjanotoksyny)** wytwarzane są głównie przez *Microcystis* sp., *Anabaena* sp., *Oscillatoria* sp., *Nodularia* sp., *Nostoc* sp., *Anabaenopsis* sp., *Cylindrospermopsis* sp. oraz *Aphanizomenon* sp.. Wśród cyjanotoksyn wyróżnia się: dermatotoksyny (oddziałują na skórę), neurotoksyny (oddziałują na układ nerwowy) i hepatotoksyny (oddziałują na wątrobę).

Okrzemki (*Bacillariophyta*)

Do gromady *Bacillariophyta* należy około 100 000 gatunków. Przedstawiciele: *Pinnularia* sp. (pióreczko), *Epithemia* sp. (epitemia), *Cymbella* sp. (cymbella), *Syndera* sp. (syndra), *Navicula* sp. (łódeczka), *Gomphonema* sp. (gomfonema).

Okrzemki to glony jednokomórkowe; żyją pojedynczo; tworzą również kolonie. Ich cechą charakterystyczną jest obecność pancerzyka krzemionkowego (skorupki). Składa się on z dwóch nałożonych na siebie części: **wieczka** (*epitheca*) i **denka** (*hypotheca*). Do budowy skorupki wykorzystują rozpuszczoną w wodzie krzemionkę. Rozmnażają się bezpłciowo przez podział komórki oraz płciowo drogą oogamii, izogamii lub anizogamii. Po połączeniu gamet, zygota przekształca się w tzw. **auksosporę** (sporę wzrostową), która odtwarza komórkę wegetatywną normalnej wielkości.

Wchodzą w skład planktonu, neuston i bentosu (osiedlają się na dnie zbiorników, żyją w mule dennym, porastają kamienie i rośliny wodne). Znane są gatunki zarówno słodkowodne, jak i morskie. Duże zróżnicowanie siedlisk powoduje, że flora okrzemkowa jest specyficzna dla określonych warunków, stanowi wskaźnik czystości wód. Pancerzyki okrzemek są komponentem tzw. ziemi okrzemkowej (diatomit), która stosowana jest do wyrobu środków dezynfekujących i owadobójczych, szkła wodnego, płyt izolacyjnych, farb, lakierów, dynamitu.

Brunatnice (*Phaeophyceae*)

Klasa ta należy do gromady *Heterokontophyta* i obejmuje około 1500 gatunków. Przedstawiciele: *Fucus vesiculosus* (morszczyn pęcherzykowaty), *Laminaria cloustoni* (listownica), *Chorda* sp. (strunka), *Dictyota* sp. (dykcjota), *Ectocarpus* sp. (kłosek), *Sargassum* sp. (gronorost), *Macrocystis* sp. (wielkomorszcz).

Brunatnice to glony wielokomórkowe; są wielkimi, osiadłymi organizmami morskimi (*Macrocystis pyrifera* osiąga długość 100 m); posiadają plechy nitkowate,

wstęgowate, rozgałęzione oraz zróżnicowane na nibyorgany (kauloidy, filoidy, ryzoidy).

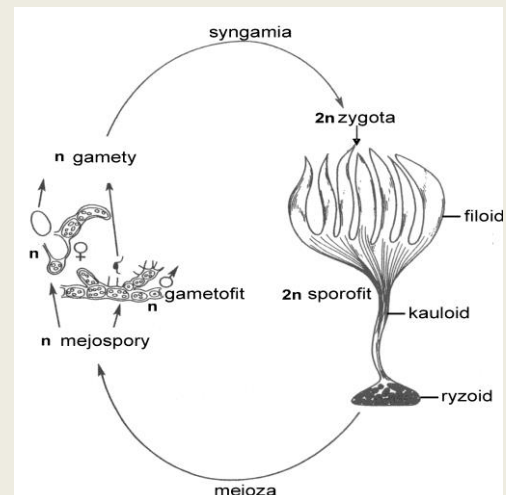
Rozmnażają się :

- o bezpłciowo przez fragmentację plech i przez zarodniki (zoospory i aplanospory)
- o płciowo, najczęściej na drodze oogamii (orzęciona gameta męska łączy się z większą nieruchomą gametą żeńską). Gametangia powstają na tym samym gametoficie (**jednopienność**) lub na różnych gametofitach (**dwupienność**).

U wielu gatunków występuje przemiana pokoleń:

Sporofit to okazała roślina wytwarzająca zarodnie z haploidalnymi zarodnikami (mejosporami).

Gametofit osiąga niewielkie rozmiary (ma charakter plechy) i wytwarza gametangia, produkujące gamety.



Heteromorficzna przemiana pokoleń
u *Laminaria* sp. (listownica).

Brunatnice Morza Sargassowego (ciepłego zbiornika o największej przezroczystości wód) noszą nazwę gronorostów (*Sargassum* sp.) i przypominają pędy roślin naczyniowych. Pozostałe brunatnice zasiedlają morza strefy chłodnej i umiarkowanej. Flora brunatnic Bałtyku jest uboga ze względu na małe zasolenie akwenu. Występuje tu przede wszystkim *Fucus vesiculosus* (morszczyń pęcherzykowaty), którego pecha nie wytwarza zarodników, a gamety to jedyne stadium haploidalne w cyklu życiowym.

Krasnorosty preferują wody podzwrotnikowe (45%) i podrównikowe (24%) o dużym zasoleniu. Wchodzą w skład fitobentosu (przytwierdzają się do dna i skał, a oderwane od podłoża giną). Gatunki krasnorostów posiadających ściany komórkowe inkrustowane węglanem wapnia, stanowią istotny komponent raf koralowych. Niektóre formy jednokomórkowe z rodzaju *Cyanidium* zasiedlają skały w gorących źródłach nawet przy pH poniżej 1. Na glebach bogatych w azot *Porphyridium purpureum* tworzy czerwone zakwity.

Zielenice (*Chlorophyta*)

Do gromady *Chlorophyta* należy około 9000 gatunków. Przedstawiciele: *Chlorella vulgaris* (chlorella zwyczajna), *Chlamydomonas* sp. (zawłotnia), *Cladophora* sp. (gałęzatka), *Oedogonium* (uwikło), *Acetabularia* sp. (acetabularia), *Ulva lactuca* (sałata morska), *Ulothrix* sp. (wstężnica), *Caulerpa* sp. (pełzatka), *Volvox* sp. (toczek), *Pediastrum* sp. (gwiazdoszek).

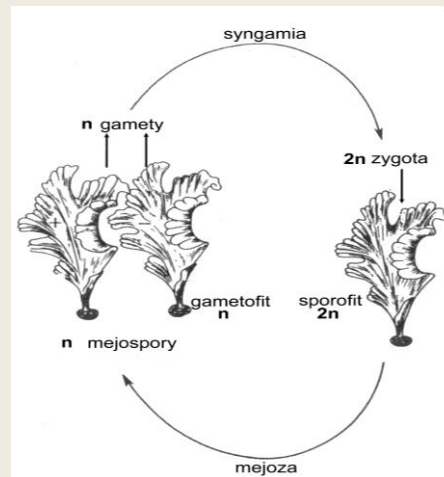
Zielenice to glony o zróżnicowanym stopniu organizacji: jednokomórkowe z 2 lub kilkoma wiciami (tzw. monady), jednokomórkowe pozbawione wici (formy kokalne) oraz formy nitkowate utworzone przez kolonie komórek zawierających jedno jądro lub wiele jąder (tzw. formy syfonalne). Barwniki asymilujące występują w chloroplastach (podobnie jak u roślin naczyniowych).

Rozmnażają się:

- bezpłciowo przez podział komórki, fragmentację plechy, kolonie potomne oraz haploidalne lub diploidalne zarodniki: aplanospory, zoospory (pływki), autospory (nieruchome, identyczne z komórkami macierzystymi); w warunkach niekorzystnych niektóre gatunki wytwarzają przetrwalnikowe akinety,
- płciowo na drodze izogamii, anizogamii lub oogamii. Po połączeniu gamet ruchliwa zygota (**planospora**) otacza się ścianą i przekształca w **zygospore** (spore spoczynkową). Po okresie spoczynku zygota przechodzi podział mejotyczny, w wyniku którego powstają cztery haploidalne dwuwiciowe

komórki, zdolne do rozmnażania płciowego i bezpłciowego. U niektórych gatunków zielenic obserwuje się przemianę pokoleń.

Sporofit i gametofit mają postać wstęgowatej plechy.



Przemiana pokoleń u *Ulva lactuca* (sałata morska)

Większość zielenic żyje w wodach słodkich; jedynie 10% występuje w morzach. Wchodzą w skład planktonu, neuston, bentosu. Występują także w wodach zanieczyszczonych, ponieważ są zdolne do wykorzystania substancji organicznych jako źródła azotu i węgla. Niektóre gatunki, np. *Ankistrodesmus tatrae* powodują zielone zabarwienie śniegu. Inne są komponentami symbioz (np. porostowych) lub żyją samodzielnie na korze drzew, np. *Desmococcus viridis* (pierwotek).

Streptophyta

Gromada *Streptophyta* obejmuje dwie klasy:

- **Zygnematophyceae** (sprzężnice) - to glony kokalne i nitkowate. Przedstawiciele: *Spirogyra* sp. (skrętnica), *Zygnema* sp. (zrostonica), *Mougeotia* (mużocja). Występują w wodach słodkich, a także na powierzchni wilgotnych gleb. Rozmnażają się bezpłciowo przez podział i fragmentację oraz płciowo przez gametangioogamię (gametangia tworzą komórki wegetatywne). Pomiędzy gametangiami tworzy się cytoplazmatyczny kanalik kopulacyjny, przez który dochodzi do zlania się ich zawartości na drodze izogamii lub oogamii. Rolę

gamet pełnią protoplasty komórek. U form nitkowatych koniugacja zachodzi między gametangiami należącymi do dwóch różnych nici (koniugacja drabinkowa) lub w obrębie jednej nici (koniugacja boczna).

- **Charophyceae** (ramienice)- obejmuje glony należące do rodzaju *Chara*, które są najbliżiej spokrewnione z roślinami lądowymi. Plecha, zróżnicowana na nibylodygę (podzielona na węzły i międzywęzła) i nibyliście, zbudowana jest z nici wielorzędowych. Są to organizmy jednopienne (gametangia powstają w węzłach). Plemnica ma postać pomarańczowej kuli, której ściana składa się z 8 tarczeczek. Wewnątrz plemnicy znajdują się dwuwiciowe plemniki. Jajowata lęgnia zawiera komórkę jajową, otoczoną 5-oma spiralnie skręconymi komórkami, które tworzą na szczycie tzw. koronkę. Podczas rozmnażania płciowego plemniki dostają się przez kanał lęgny do komórki jajowej (anizogamia). Po zapłodnieniu zygota ($2n$) przekształca się w oosporę. Oospora po okresie spoczynku, trwającym nawet kilka lat, przechodzi podział mejotyczny; nowa plecha jest haploidalna ($1n$).

Zastosowanie glonów

przemysł farmaceutyczny – jako preparaty witaminowe (np. *Chlorella* sp.) oraz surowce farmakopealne:

- plecha morskoczynu *Thallus Fuci*- dostarcza dużych ilości jodu, jest składnikiem mieszanek ziołowych, które stosuje się w postaci naparów, odwarów, proszku morskoczynowego lub nalewki morskoczynowej w leczeniu niedoczynności tarczycy, nadciśnienia, chorób wrzodowych, schorzeń układu oddechowego, dermatoz,
- karagen, pozyskiwany z krasnorostów: *Chondrus crispus* i *Gigartina mammillosa*, wykorzystywany jest jako środek powlekający i osłaniający błony śluzowe przewodu pokarmowego w leczeniu wrzodów żołądka i dwunastnicy,
- gatunki sinic: *Nostoc commune*, *Nostoc flagelliforme*, *Nostoc pruniforme* stosowane są w formie okładów w stanach alergicznych i zapalnych skóry, działają antyseptycznie, natomiast ekstrakty ze *Arthrospira* sp. (spirulina) mają

właściwości detoksykacyjne i antyoksydacyjne, aktywują limfocyty NK (*Natural Killer Cells*), które niszczą komórki nowotworowe,

- agar, pozyskiwany z gatunków krasnorostów: *Gelidium* sp., *Gracillaria* sp., *Gigartina* sp. i *Euclidean* sp., to naturalny środek żelujący i zagęszczający, używany do produkcji tabletek i żywności mikrobiologicznych,
- z zielenicy *Chlorella* sp., brunatnicy *Laminaria* sp. i krasnorostu *Polysiphonia* pozyskuje się antybiotyki,
- plechy brunatnic zawierają alginiany, które są składnikiem maści leczących rany po oparzeniach.

przemysł kosmetyczny - sinice *Arthrospira platensis* i *Arthrospira maxima*, krasnorosty *Chondrus crispus* i *Porphyra* sp., zielenice *Chlorella vulgaris*, i *Ulva lactuca* oraz brunatnica *Laminaria* sp. są źródłem substancji wchodzących w skład preparatów przywracających naturalne pH skóry, regulujących czynności gruczołów łojowych, zapobiegających powstawaniu cellulitu, rozstępów i regenerujących naskórek.

przemysł spożywczy - sole kwasu alginowego brunatnic są stosowane jako emulgatory, środki żelujące i wysuszające. Sinica *Arthrospira*, zielenice *Chlorella* sp., i *Ulva lactuca* oraz krasnorosty: *Porphyra* sp., *Aphanizomenon flos-aquae* i *Palmaria palmata* są wykorzystywane jako suplementy diety (bogate źródło mikroelementów i białka).



II. Część praktyczna

Uczniowie korzystają z preparatów mikroskopowych trwałych i na podstawie obserwacji wykonują rysunki.

1. Kolonia *Oscillatoria* sp. (drgalnica)

Komórki wegetatywne tworzą niebieskozieloną, nitkowatą kolonię w postaci trychomu (bez śluzowej pochwy). Dystalne komórki pojedynczej nici są zaokrąglone. Trychom przyczepia się do podłoża i wykonuje charakterystyczne wahadłowe ruchy.

2. Różnorodność morfologiczna okrzemek (*Bacillariophyta*)

Różne kształty: eliptyczne (*Navicula* sp., *Fragillaria* sp.), promieniste (*Asterionella* sp.), esowato wygięte (*Gyrosigma* sp.); różne urzeźbienie pancerzyków.

3. Obserwacja makroskopowa plechy i mikroskopowa gametangiów *Fucus vesiculosus* (morszczyń pęcherzykowaty):

Brązowo-zielona plecha (osiągająca do 1m długości), dychotomicznie rozgałęziona, usztywniona żebrem środkowym, zróżnicowana na: ryzoid, kauloid i filoid. Unosi się w wodzie morskiej dzięki owalnym pęcherzom pławnym. Na dystalnych odcinkach plechy znajdują się **konceptakle** (*conceptacula*), w których zgrupowane są gametangia: lęgnie (*oogonia*) i plemnice (*antheridia*). *Fucus* jest dwupienny: lęgnie i plemnice powstają na różnych osobnikach. Gamety to jedyne stadium haploidalne w rozwoju *Fucus*. Zapłodnienie następuje w wodzie, poza plechą macierzystą.



4. Budowa plechy *Ceramium* sp. (drewlinka)

Plecha barwy czerwonej, rozgałęziająca się widlasto.

5. Morfologia i koniugacja drabinkowa u *Spirogyra* sp. (skrętnica)

Zielone kolonie skrętnicy tworzą długie nici unoszące się swobodnie w wodzie. Każda komórka kolonii posiada celulozowo-pektynową ścianę komórkową, duże jądro komórkowe, wakuolę oraz jeden lub kilka wstęgowatych spiralnych chloroplastów.

Rozmnażanie bezpłciowe (wegetatywne) skrętnicy polega na fragmentacji plechy na odcinki jedno- lub wielokomórkowe. Natomiast, rozmnażanie płciowe odbywa się przez koniugację drabinkową. Podczas tego procesu 2 nici skrętnicy układają się równolegle, a pomiędzy poszczególnymi komórkami obu nici tworzą się cytoplazmatyczne kanaliki kopulacyjne. Protoplasty 2 połączonych komórek przyjmują postać pełzakowatą i pełnią rolę gamet (1n). Podczas zapłodnienia ruchoma gameta męska przelewa się przez kanalik kopulacyjny i łączy się z nieruchomą gametą żeńską. Zygota (zygospora o charakterze przetrwalnikowym, 2n) wiosną następnego roku przechodzi podział redukcyjny i tworzy haploidalny (1n) organizm.

6. Budowa plechy i gametangiów *Chara fragilis* (ramienica krucha)

Ramienica pokrojem przypomina skrzypy: nibyłodyga zróżnicowana jest na węzły i międzywęzła, z węzłów wyrastają nibyliście po 6 -10 w okółkach; do dna zbiorników przymocowana jest za pomocą wielokomórkowych chwytników.