

Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника"
Кафедра біології та екології

Заморока А.М.

Методичні вказівки

щодо виконання практичних занять
із дисципліни

Систематика й еволюція органічного світу

для здобувачів
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Освітня програма "Екологія"
Спеціальність 101 Екологія
Галузь знань 10 Природничі науки

Івано-Франківськ

2021

УКЛАДАЧ: кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології Заморока А.М.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кандидат біологічних наук, доцент кафедри біохімії та біотехнології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, доцент Гусак В.В.

Кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, доцент Микитин Т.В.

РЕКОМЕНДОВАНО: Вченою Радою факультету природничих наук Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника (протокол №___ від _____ р.)

Зміст

Вступ	4
Модуль 1. Основи теорії еволюції	7
Тема 1. Еволюційні механізми: мікроеволюція	7
Тема 2. Еволюційні механізми: макроеволюція	
Тема 3. Ендосимбіогенеза – виникнення еукаріотичних організмів	
Питання, що виносяться на I модульний контроль	
Модуль 2. Основи сучасної молекулярної систематики органічного світу	
Тема 4. Супергрупи екскавати та амебозої.	
Тема 5. Супергрупа опістоконти	
Тема 6. Супергрупа SAR	
Тема 7. Супергрупа зелені рослини	
Питання, що виносяться на II модульний контроль	
Завдання на самостійну роботу студентів	
Рекомендована література	

ВСТУП

"Систематика й еволюція органічного світу" – обов'язкова навчальна дисципліна, що вивчається з метою набуття комплексних теоретичних знань, спрямованих на формування загальних компетентностей для розуміння глобальних концепцій організації і розвитку біотичних систем, включаючи генетичний, популяційний, екосистемний і біосферний рівні організації живої матерії.

Сучасна систематика є синтетичною наукою, що розвивається у тісному зв'язку з еволюційною морфологією, екологією, біохімією, генетикою та біогеографією і використовує методи цих наук. Це наука про об'єднання живих істот у групи на основі аналізу притаманних їм ознак. Фактично, основною задачею таксономії є групування організмів. Це робиться з допомогою вибудовування зручної системи класифікації організмів, та філогенетики, що займається з'ясуванням їх зв'язків. В систематиці також виділяють діагностику, що опрацьовує питання опису усіх існуючих видів на всіх стадіях розвитку, раціональні норми й вимоги до опису ознак певних таксонів, а також до складання таблиць для їхнього визначення.

В ході навчання студенти працюють із сучасними уявленнями еволюційної теорії (синтетична теорія еволюції, ендосимбіогенез, нейтральна теорія еволюції, епігенетика), їх імплементацією у канві біології та екології, а також систематики. Окрім того, студенти засвоюють матеріали сучасної філогенетики на основі кладистики, систематику організмів із використанням генетичних маркерів, синтез молекулярних і морфологічних даних.

Мета дисципліни "Систематика й еволюція органічного світу" полягає у підготовці освічених фахівців у галузі екології, шляхом формування широкого кругозору та розуміння цілісної картини органічного світу у динаміці його розвитку і сучасних систематичних візіях, спрямованих на формування професійних компетентностей. Дисципліна виконує світоглядну функцію.

Цілі курсу з дисципліни "Систематика й еволюція органічного світу" передбачають набуття здобувачами критично необхідних знань для розвитку професійних компетенцій та формування ціннісних засад пізнання.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

Знати:

- сучасні та історичні концепції еволюційної теорії;
- рівні еволюційних процесів;
- закони еволюції органічного світу;

- положення ендосимбіогенезу і епігенетики;
- принципи біологічної систематики;
- відмінності між природною та штучною системами живого світу;
- основи філогенетики, кладистики та принципи молекулярної таксономії;
- вищу ієрархічну систему еукаріотів з поділом на супергрупи та царства;
- характеристики супергруп екскаватів, амeboзоїв, опістоконтів, SAR та зелених рослин;

Вміти:

- оперувати поняттями еволюційної теорії;
- працювати із філогенетичними деревами;
- працювати із спеціалізованим програмним забезпеченням, що моделює еволюційні процеси;
- вводити у систематику живі організми;
- розрізняти основні філогенетичні групи живих істот;
- характеризувати основні філогенетичні групи живих істот..

Компетентності, які здобувач отримує в ході вивчення курсу:

- ЗК01. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.
- ЗК02. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК04. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК05. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- ЗК06. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
- ЗК09. Здатність працювати в команді
- ЗК10. Навички міжособистісної взаємодії.
- ЗК11. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- СК14. Знання та розуміння теоретичних основ екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.
- СК15. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.
- СК23. Здатність до використання сучасних інформаційних ресурсів для екологічних досліджень.

СК24. Здатність інформувати громадськість про стан екологічної безпеки та збалансованого природокористування..

Результати навчання:

ПР03. Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.

ПР08. Уміти проводити пошук інформації з використанням відповідних джерел для прийняття обґрунтованих рішень.

ПР13. Уміти формувати ефективні комунікаційні стратегії з метою донесення ідей, проблем, рішень та власного досвіду в сфері екології.

ПР14. Уміти доносити результати діяльності до професійної аудиторії та широкого загалу, робити презентації та повідомлення.

ПР18. Поєднувати навички самостійної та командної роботи задля отримання результату з акцентом на професійну сумлінність та відповідальність за прийняття рішень.

ПР19. Підвищувати професійний рівень шляхом продовження освіти та самоосвіти.

Обсяг курсу			
Вид заняття		Загальна кількість годин	
лекції		14	
практичні		16	
самостійна робота		60	
Ознаки курсу			
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий
I	101 Екологія	I	Нормативний

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ЕВОЛЮЦІЇ

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1

Тема 1: Еволюційні механізми: мікроеволюція.

Мета: Вивчити еволюційні механізми, що проявляються на рівні мікроеволюційних процесів.

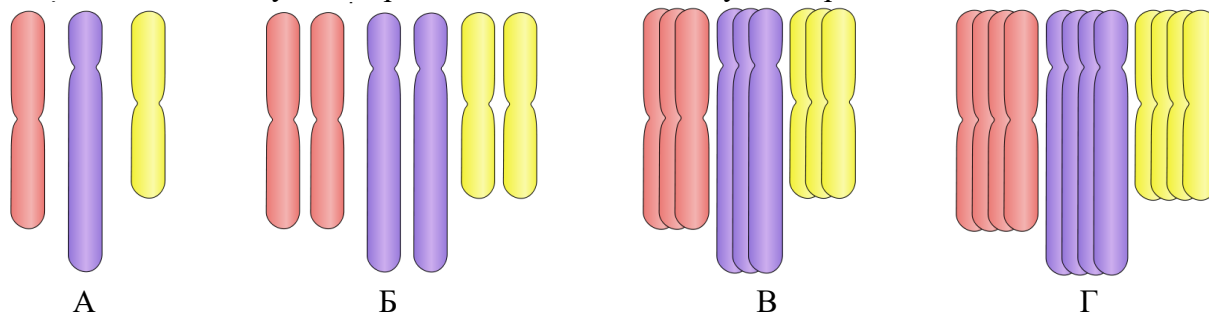
Завдання:

1. Розгляньте елементарні мутаційні процеси та їх дію на популяцію умовного організму.
2. Розгляньте види природного добору.
3. Порівняйте процеси потоку і дрейфу генів.
4. Здійснить моделювання мікроеволюційних процесів у людській популяції.

Виконання:

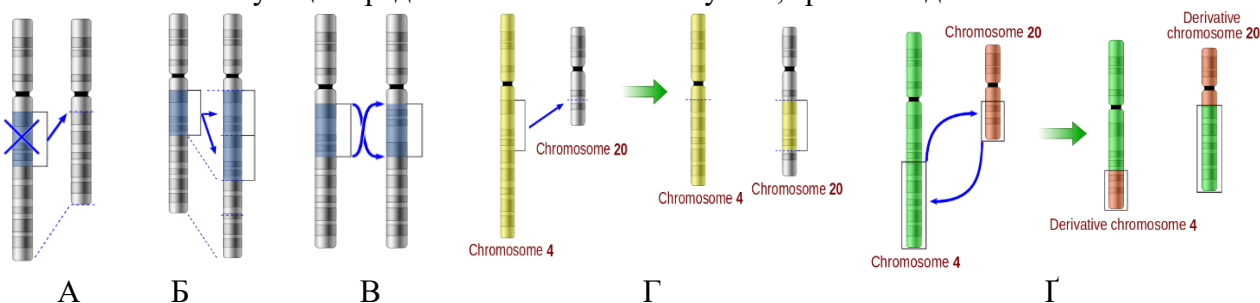
1. Розгляньте основні типи мутацій, дайте їх визначення і характеристику. Вкажіть які наслідки кожен із типів мутацій може мати для особини і популяції загалом.

Вкажіть тип мутацій представлений на малюнку 1.1., зробіть підписи.



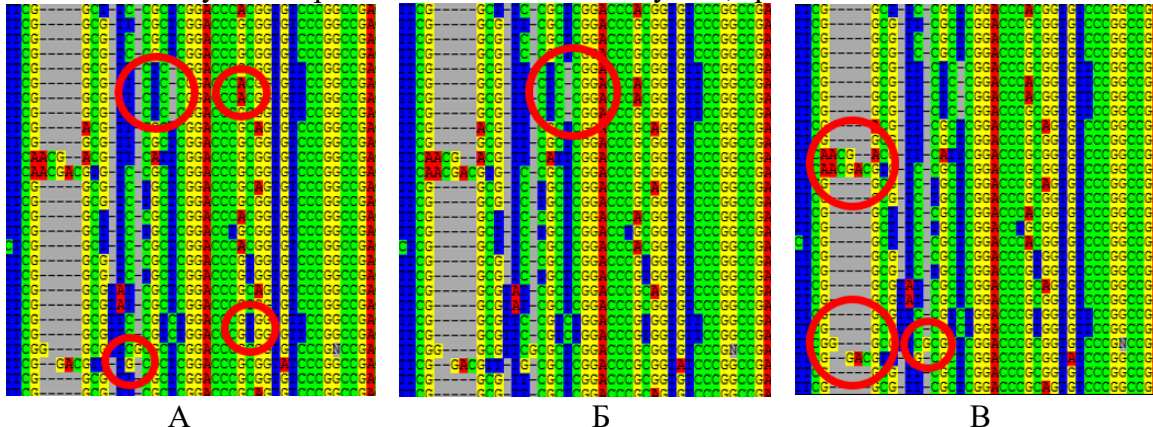
Малюнок 1.1.

Вкажіть тип мутацій представлений на малюнку 1.2., зробіть підписи.



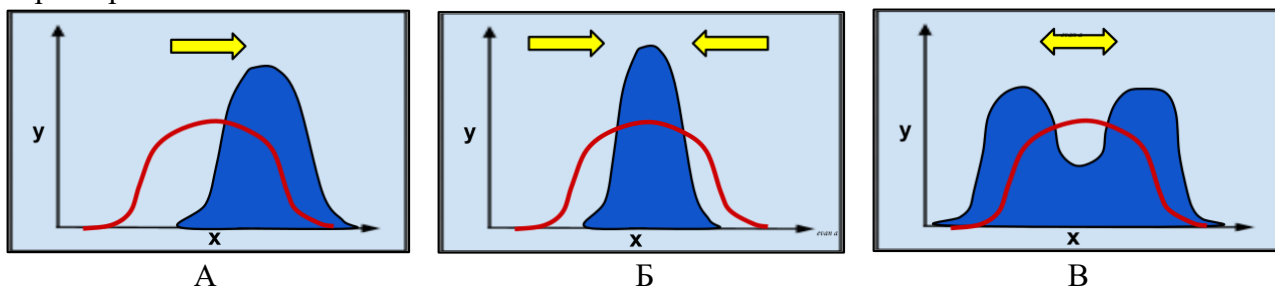
Малюнок 1.2.

Вкажіть тип мутацій представлений на малюнку 1.3., зробіть підписи.



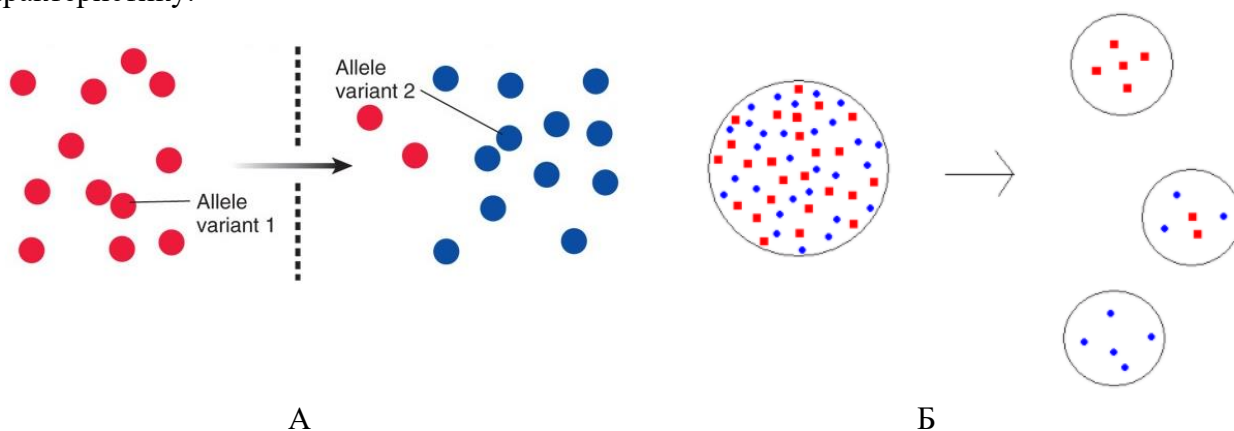
Малюнок 1.3.

2. Визначте типи природного добору, зображені на малюнку 2.1. Дайте їх характеристики.



Малюнок 2.1.

3. Розгляньте схеми на малюнку 3.1. Визначте, які процеси на них зображені, дайте їх характеристику.



Малюнок 3.1.

4. У групах по 4 осіб змодельуйте процес: Чи триває еволюція людини досі? Якщо так, то чому? Якщо ні, то чому?

Підготуйте висновки до практичної роботи.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2

Тема 2: Еволюційні механізми: макроеволюція.

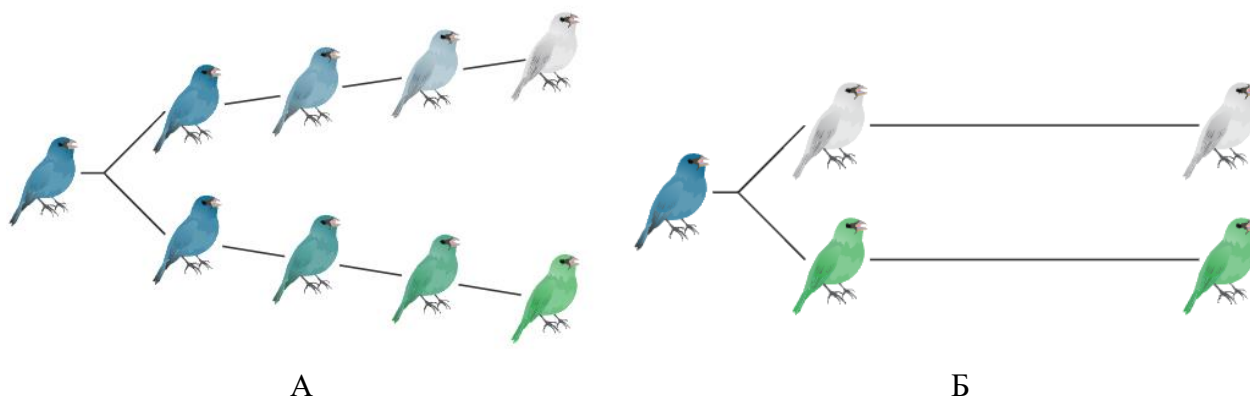
Мета: Вивчити еволюційні механізми, що проявляються на рівні мікроеволюційних процесів.

Завдання:

1. Розгляньте питання про частоту / швидкість видоутворення.
2. Розгляньте процес відбору видів.
3. Здійсніть моделювання утворення складних ознак.

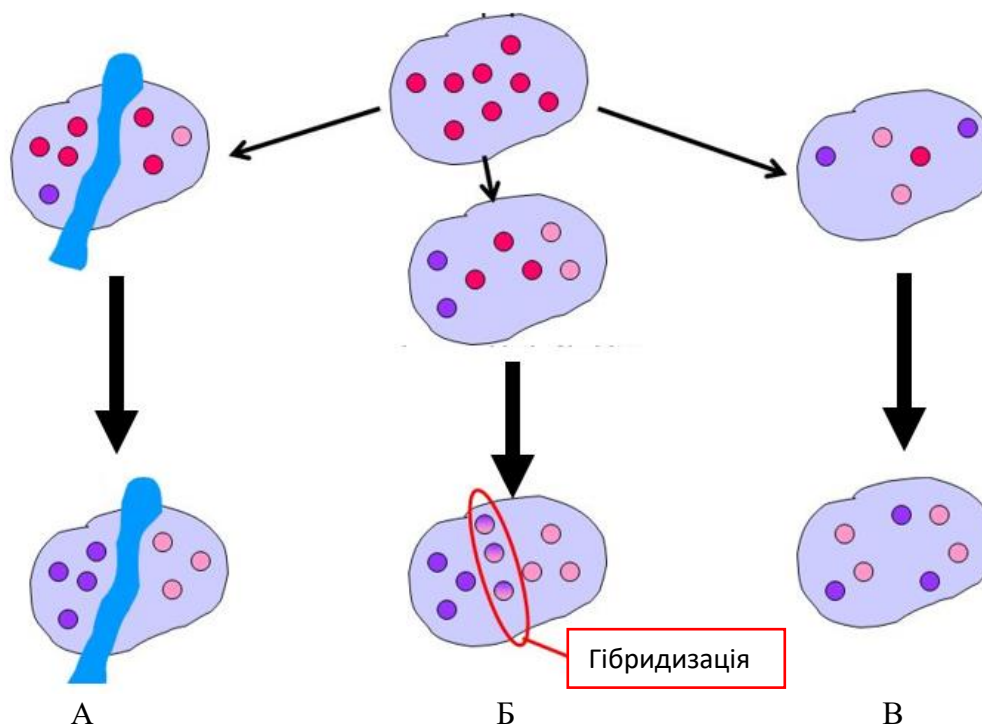
Виконання:

1. Розгляньте малюнок 1.1. Ідентифікуйте та опишіть зображені процеси. У чому полягає ключова відмінність між ними.



Малюнок 1.1.

2. Розгляньте малюнок 2.1. Визначте і охарактеризуйте зображені процеси.



Малюнок 2.1.

3. У групах по 4 осіб змодельуйте процес утворення складних ознак: виникнення антибіотикорезистентності у кишкової палички.

Підготуйте висновки до практичної роботи.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3

Тема 3: Ендосимбіогенеза – виникнення еукаріотичних організмів.

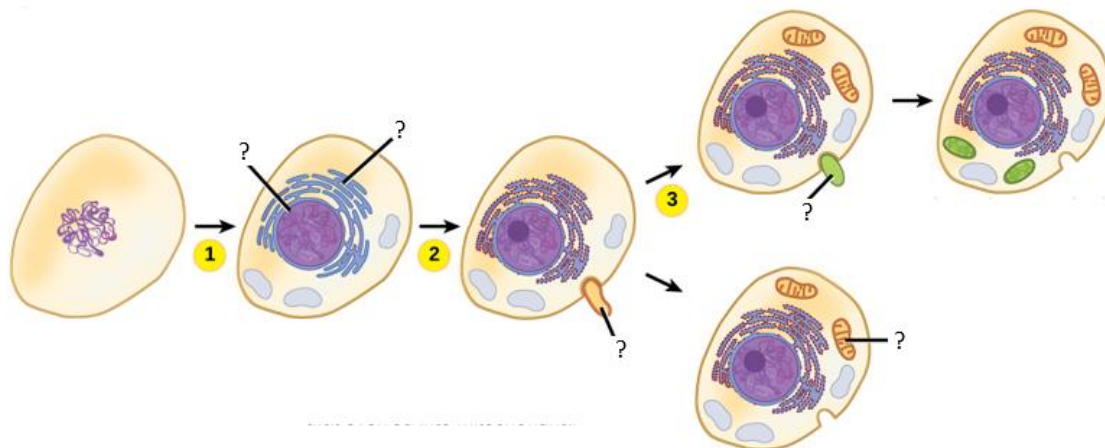
Мета: Вивчити ключові постулати теорії ендосимбіогенези.

Завдання:

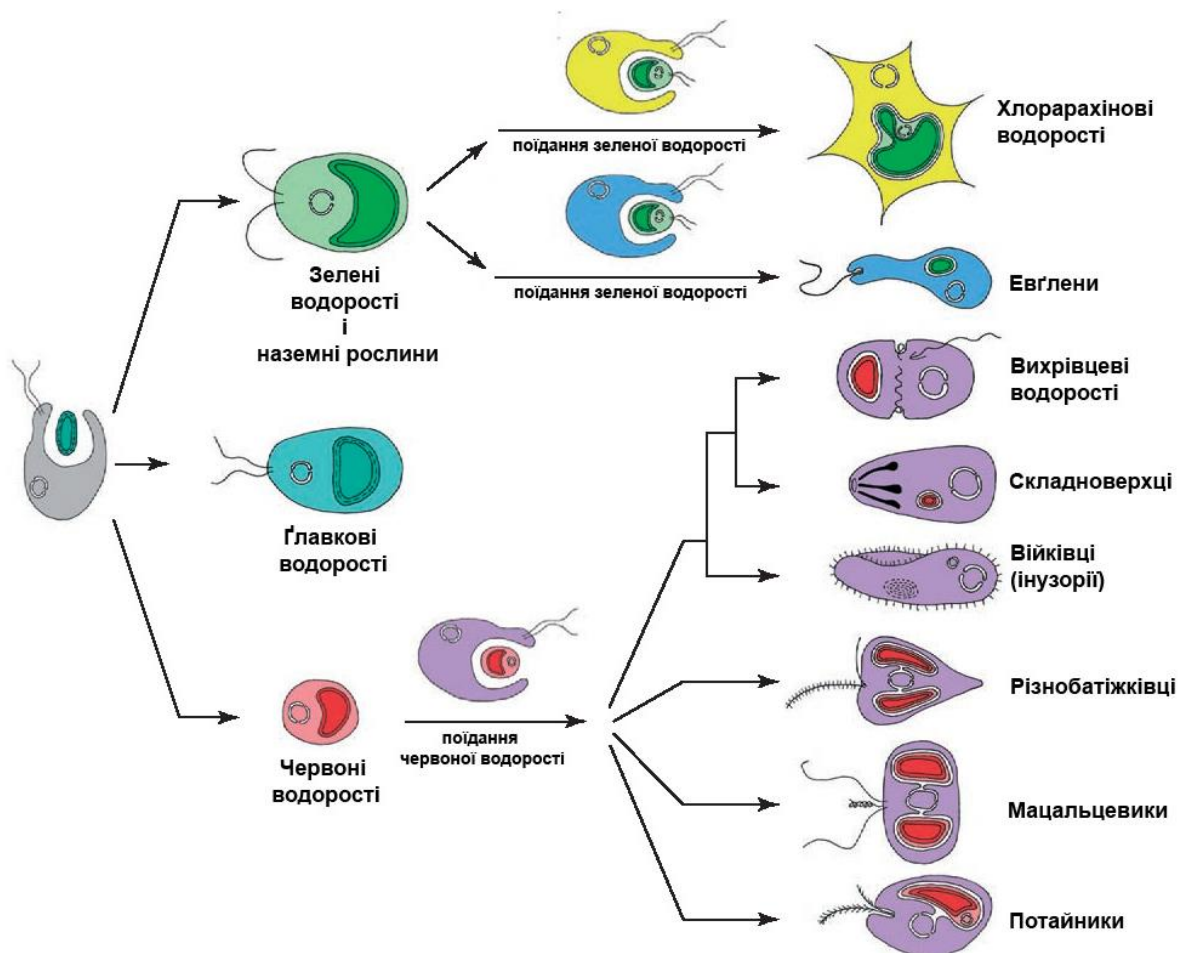
1. Розгляньте схему ендосимбіогенези.
2. Опрацюйте електронні мікрофотографії первинних і вторинних ендосимбіонтів.
3. Опрацюйте еволюційну схему органічного світу

Виконання:

1. Уважно розгляньте схеми на малюнках 1.1. та 1.2. Які еволюційні події на них зображені? Дайте коротку характеристику кожного із встановлених процесів.

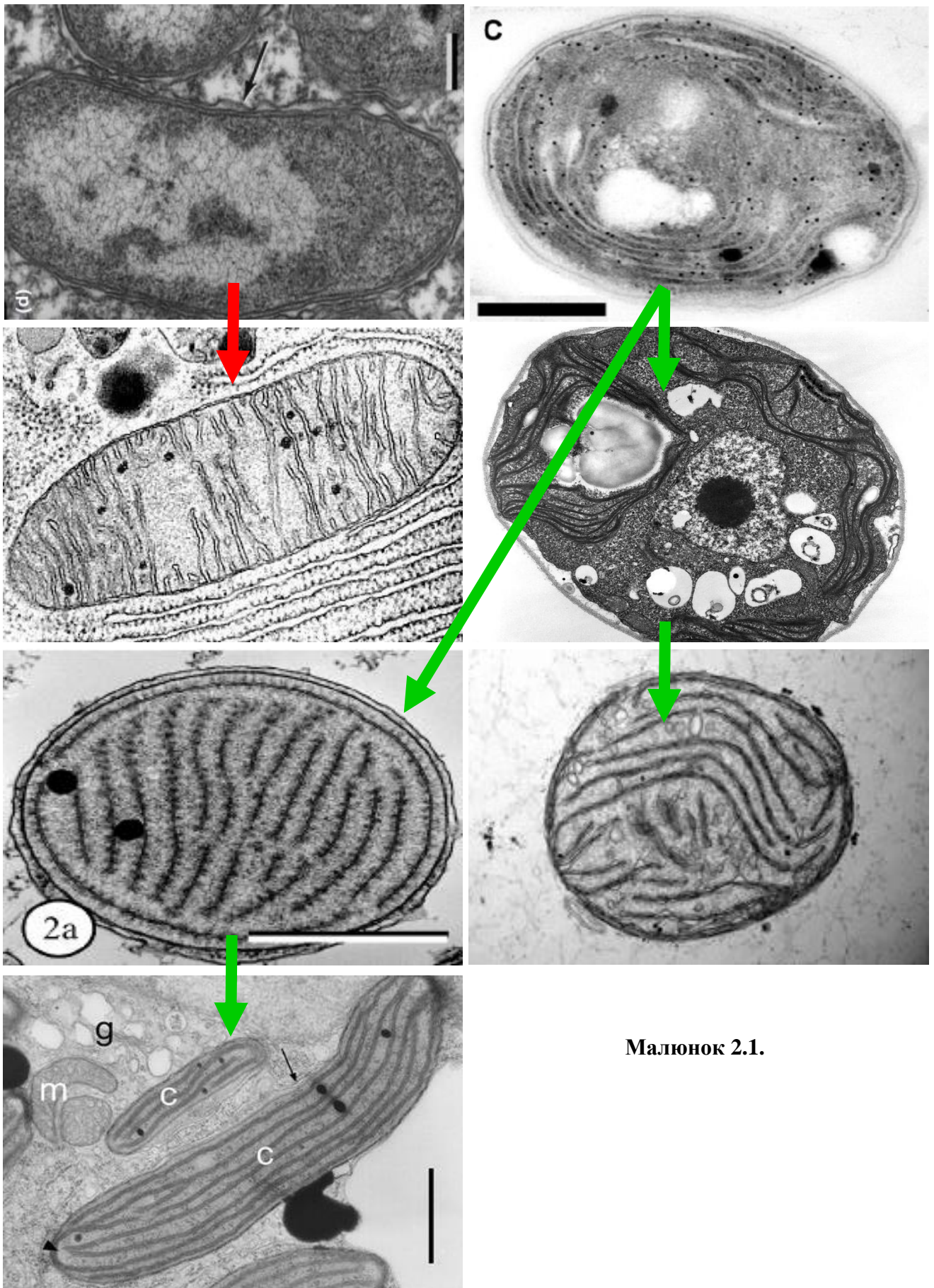


Малюнок 1.1.



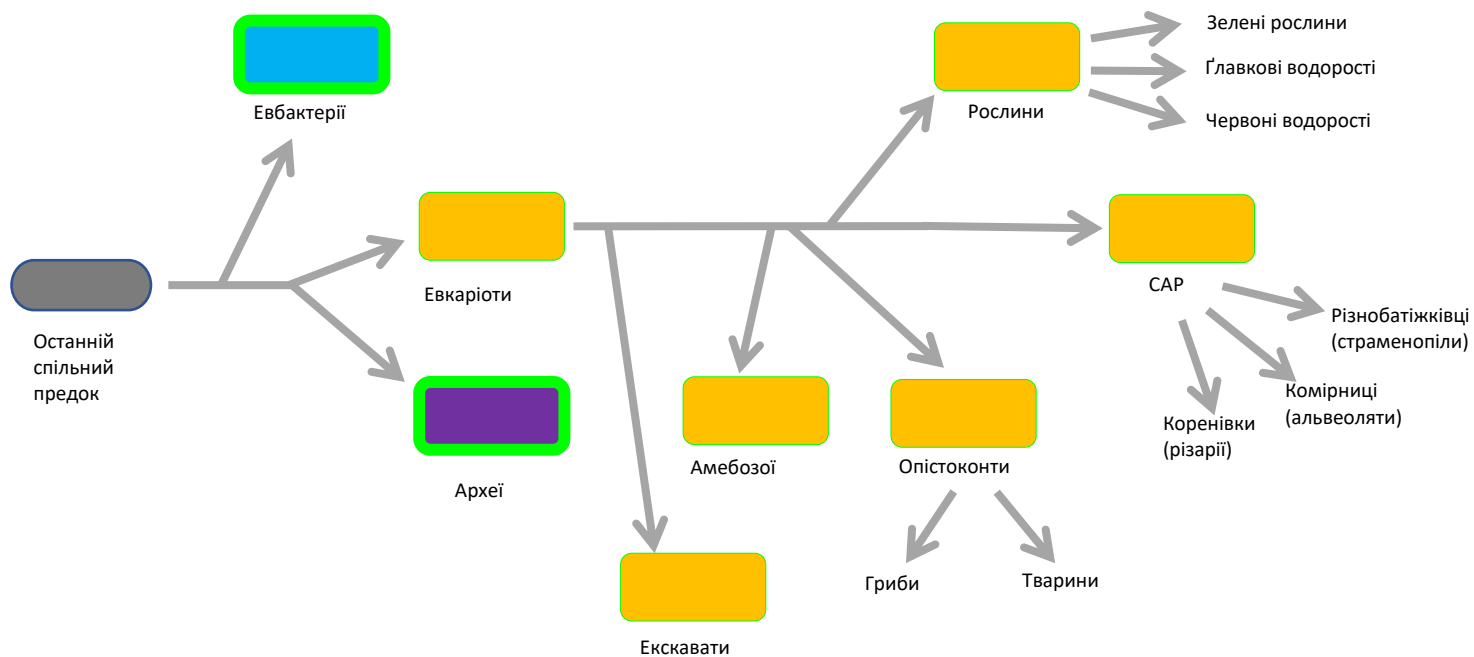
Малюнок 1.2.

2. Порівняйте електронні мікрофотографії прокаріотів, первинних і вторинних ендосимбіонтів у еукаріотів. Дайте їх детальні характеристики, підкресливши відмінності і подібності.



Малюнок 2.1.

3. Розгляньте еволюційну схему органічного світу. Опишіть основні еволюційні події. Які ключові групи живих організмів виникли внаслідок них?



Малюнок 3.1.

Підготуйте висновки до практичної роботи.

Питання, що виносяться на I модульний контроль

1. Еволюційні ідеї античності;
2. Еволюційні ідеї середньовіччя;
3. Еволюційні ідеї Відродження;
4. Перші теорії еволюції: ламаркізм і дарвінізм;
5. Синтетична теорія еволюції;
6. Нейтральна теорія еволюції;
7. Еносимбіогенеза;
8. Епігенетика.
9. Популяція – елементарна одиниця еволюції;
10. Мутаційні процеси: геномні, хромосомні та генні мутації;
11. Природний добір: рушійний, стабілізаційний та дизруптивний;
12. Потік генів;
13. Дрейф генів;
14. Виникнення надвидових таксонів;
15. Частота або швидкість видоутворення (повільне видоутворення; швидке видоутворення; гібридизація);
16. Відбір видів (біотичні та абіотичні чинники; спеціалізація; вимирання);
17. Філогенеза (анагенеза; переривчаста рівновага; адаптивна радіація)
18. Ендосимбіогенез первісних еукаріотів та прокариотів;
19. Первинні ендосимбіози;
20. Вторинні ендосимбіози;
21. Горизонтальні та вертикальні перенесення генів;
22. Складні ендосимбіози у вихривцевих;
23. Втрата ендосимбіонтів і перенесення генів від ендосимбіонта до господаря еукаріота;
24. Виникнення тварин і грибів;
25. Виникнення рослин;
26. Виникнення водоростей та інших одноклітинних еукаріотів;

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.

ОСНОВИ СУЧАСНОЇ МОЛЕКУЛЯРНОЇ СИСТЕМАТИКИ ОРГАНІЧНОГО СВІТУ

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4

Тема 4: Супергрупи жолобців (Excavata) та безформців (Amoebozoa).

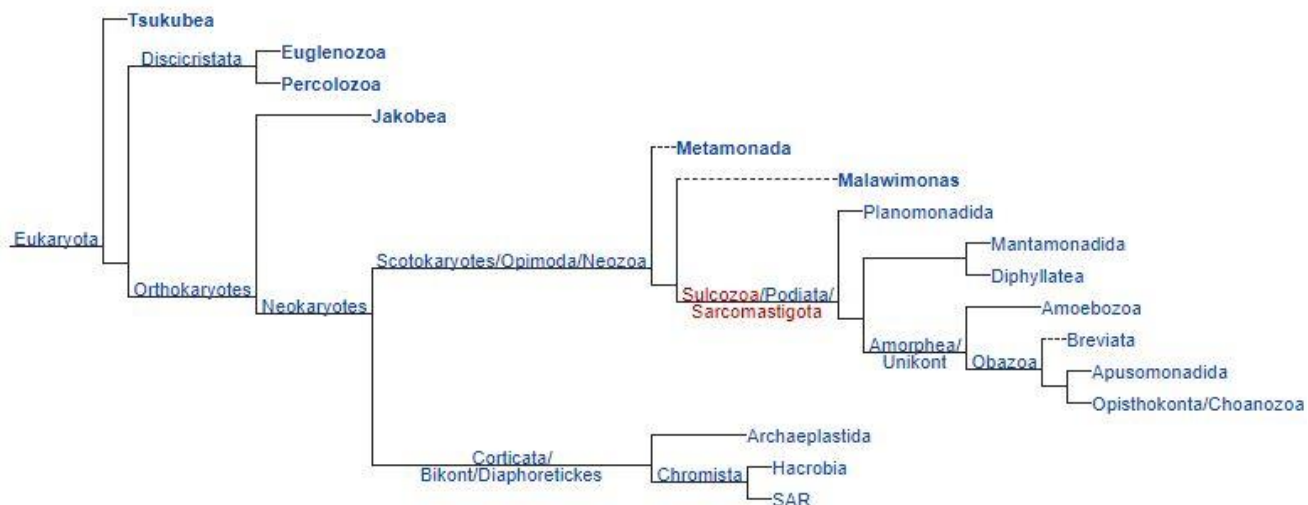
Мета: Вивчити системи супергруп жолобців (Excavata) та безформців (Amoebozoa).

Завдання:

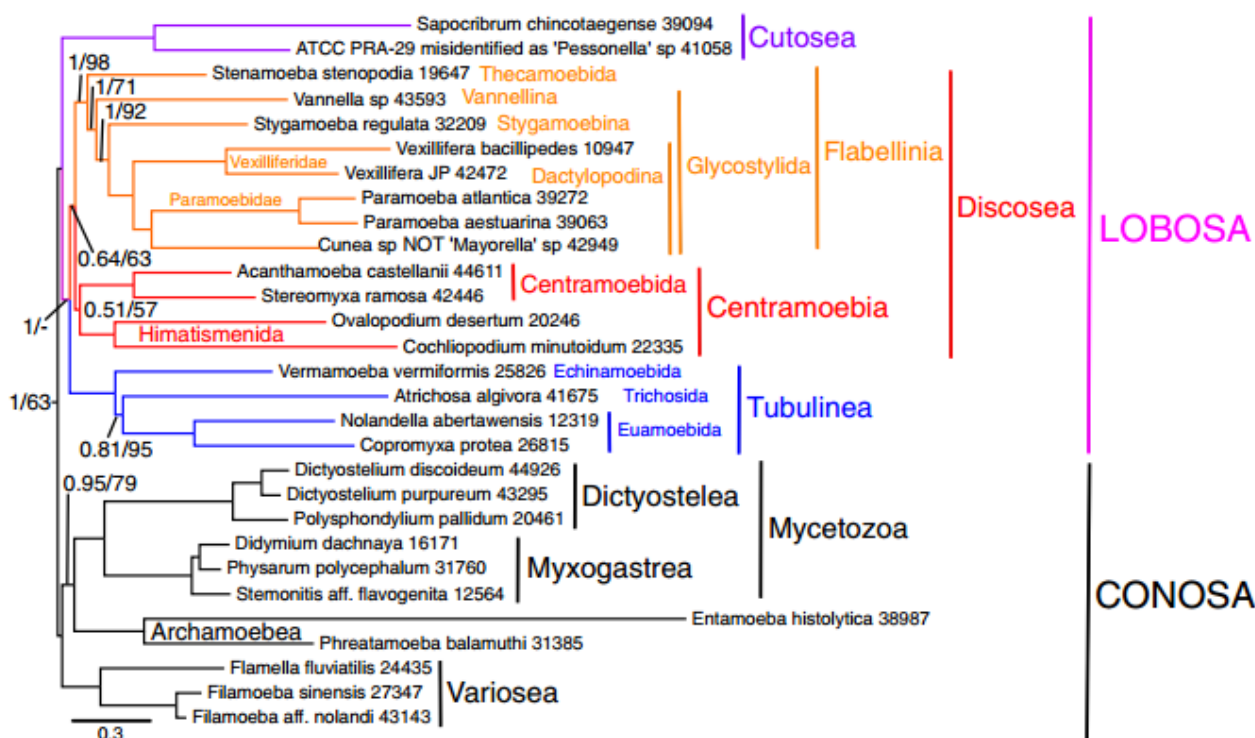
1. Розгляньте філогенію жолобців (Excavata).
2. Розгляньте філогенію безформців (Amoebozoa).

Виконання:

1. Уважно розгляньте запропоноване філогенетичне дерево. Визначте які із клад належать до супергрупи жолобці (Excavata). Оцініть рівень монофілетичності жолобців.



2. Уважно розгляньте філогенетичне дерево безформців (Amoebozoa). Визначте ключові кледи для безформців (Amoebozoa). Співставте дані морфології та молекулярної філогенії.



Підготуйте висновки до практичної роботи.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №5

Тема 5: Супергрупа задньобатіжці (Opisthokonta).

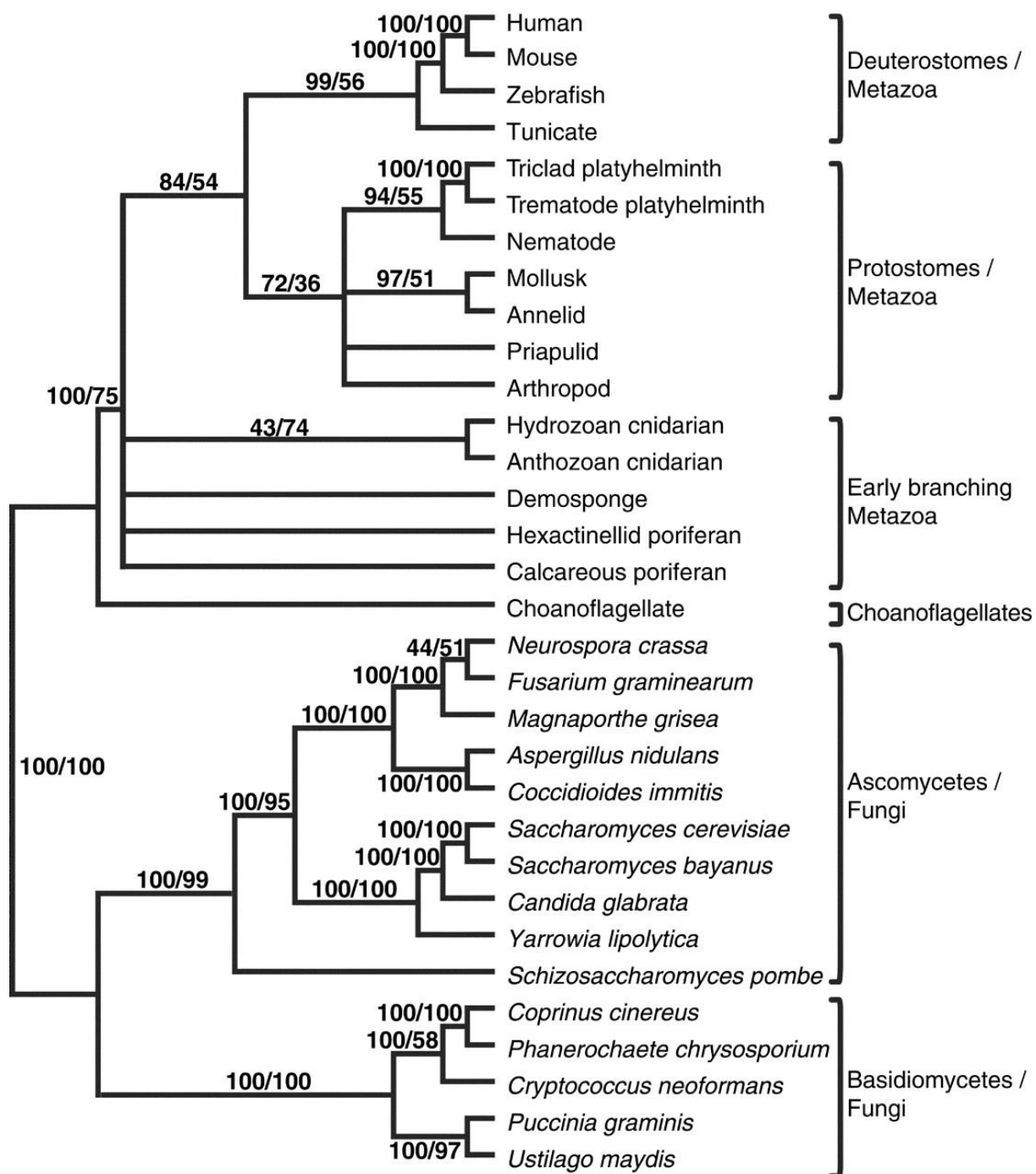
Мета: Вивчити системи супергрупи задньобатіжці (Opisthokonta).

Завдання:

1. Розгляньте філогенію задньобатіжців (Opisthokonta).
2. Розгляньте філогенію грибів (Fungi).
3. Розгляньте філогенію тварин (Metazoa).

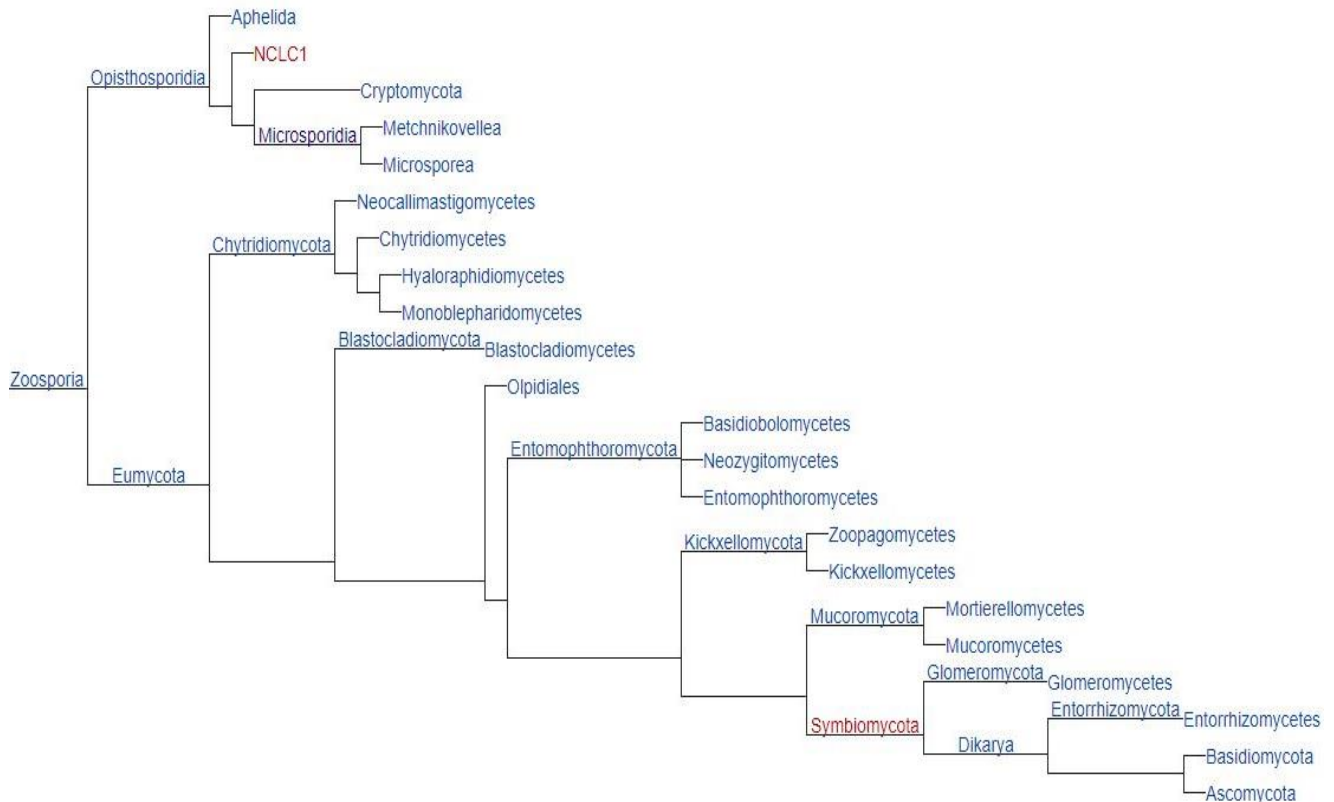
Виконання:

1. Уважно розгляньте запропоноване (малюнок 1.1.) філогенетичне дерево задньобатіжців (Opisthokonta). Визначте основні клади задньобатіжців (Opisthokonta). Поясніть знаходження клади комірцевиків (Choanozoa).



Малюнок 1.1.

2. Уважно розгляньте запропоноване (малюнок 2.1.) філогенетичне дерево грибів (Fungi). Визначте базальні і кронові групи. За якими морфологічними ознаками вони відрізняються?



Малюнок 2.1.

3. Уважно розгляньте запропоноване (малюнок 3.1.) філогенетичне дерево тварин (Metazoa). Визначте базальні і кронові клади.

Віднайдіть клади, що репрезентують тип губки (Spongia). Про що свідчить таке розташування клад?

Віднайдіть кладу реброплавів (Stenophora): поясніть таке її розміщення і співставте із даними ембріології реброплавів. Чи можна вважати реброплавів особливою еволюційною гілкою тварин?

Розгляньте суперкладу первинноротих (Prostomia). Вкажіть ключові відмінності біології гвинтовиків (Spiralia) та линьковиків (Ecdysozoa).

Віднайдіть клади плоских хробаків (Platyhelminthes), кільчастих хробаків (Annelida) та м'якунів (Mollusca): поясніть їх спорідненість.

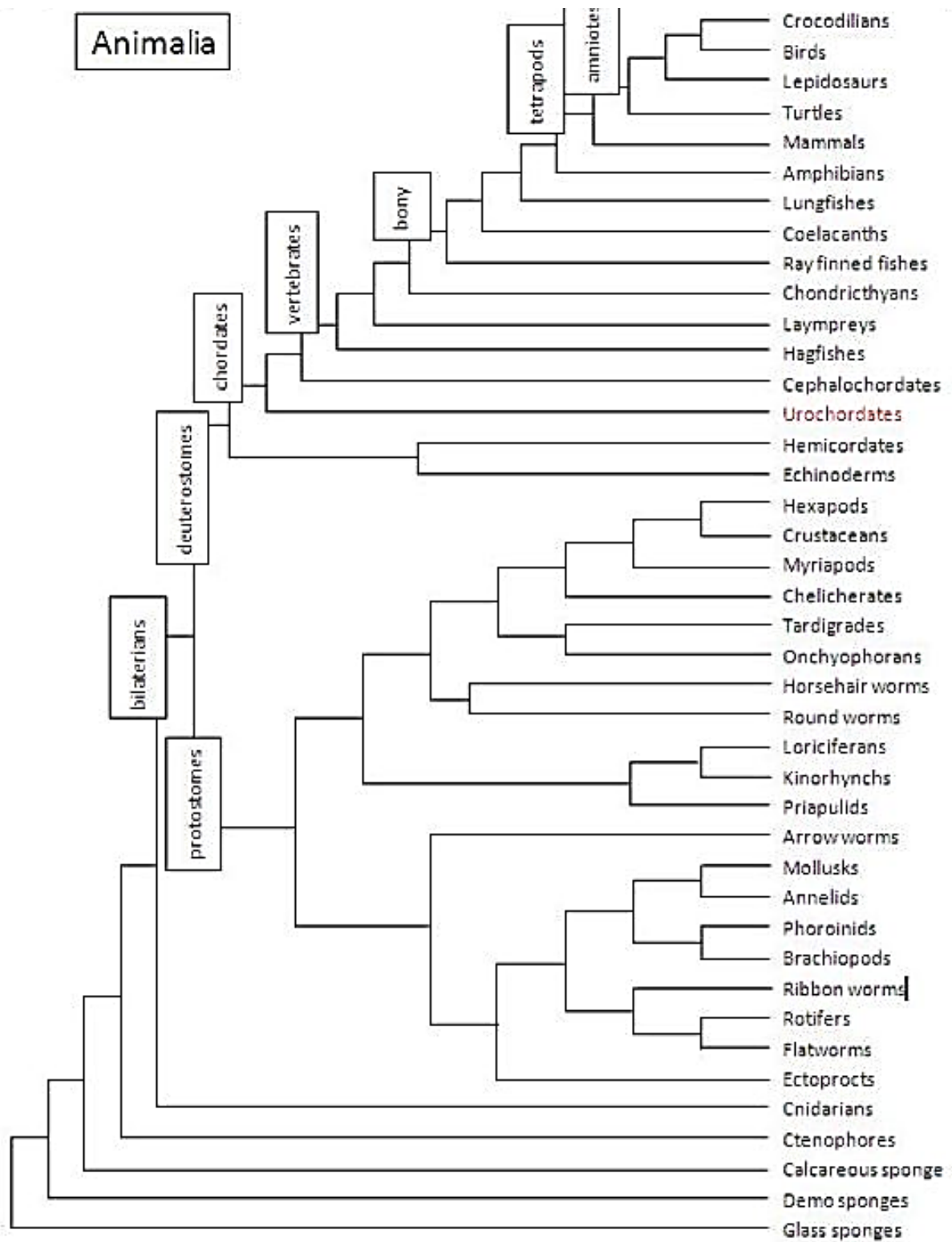
Розгляньте суперкладу вторинноротих (Deuterostomia).

Віднайдіть клади, що належать до риб (Pisces). Оцініть рівень їх монофілетичності. Як можна пояснити наявне на філогенетичному дереві розділення кладів?

Віднайдіть кладу птахів (Aves) і встановіть їх сестринську кладу. Як пояснити, що саме ці дві клади є найбільш спорідненими?

Віднайдіть клади рептилій (Reptilia). Оцініть рівень їх монофілетичності.

Віднайдіть кладу ссавців (Mammalia). Поясніть саме таке розміщення клади на філогенетичному дереві. Оцініть рівень її монофілетичності.



Малюнок 3.1.

Підготуйте висновки до практичної роботи.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №6

Тема 6: Супергрупа SAR (SAR / Harosa).

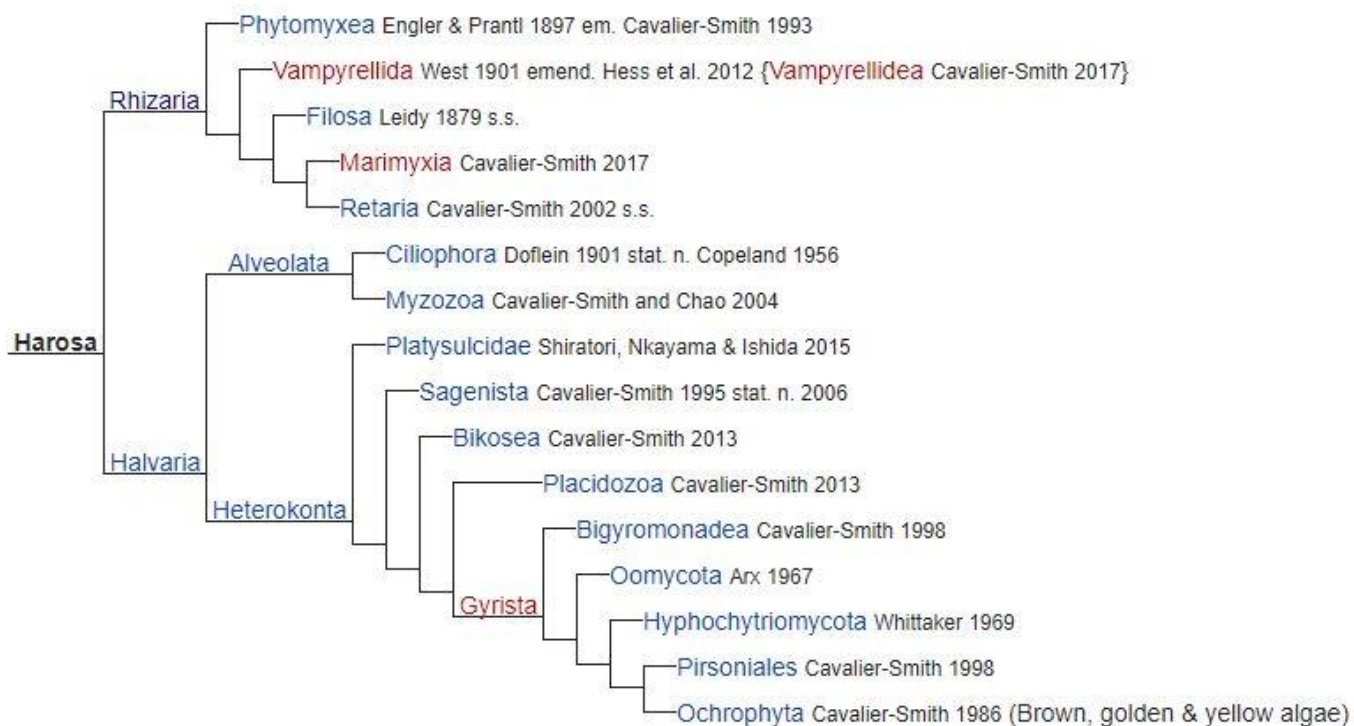
Мета: Вивчити систему супергрупи SAR (SAR / Harosa).

Завдання:

1. Розгляньте філогенію супергрупи SAR (SAR / Harosa).
2. Розгляньте філогенію різнобатіжківців (Stramenopiles / Heterokonta).
3. Розгляньте філогенію комірниць (Alveolata).
4. Розгляньте філогенію коренівок (Rhizaria).

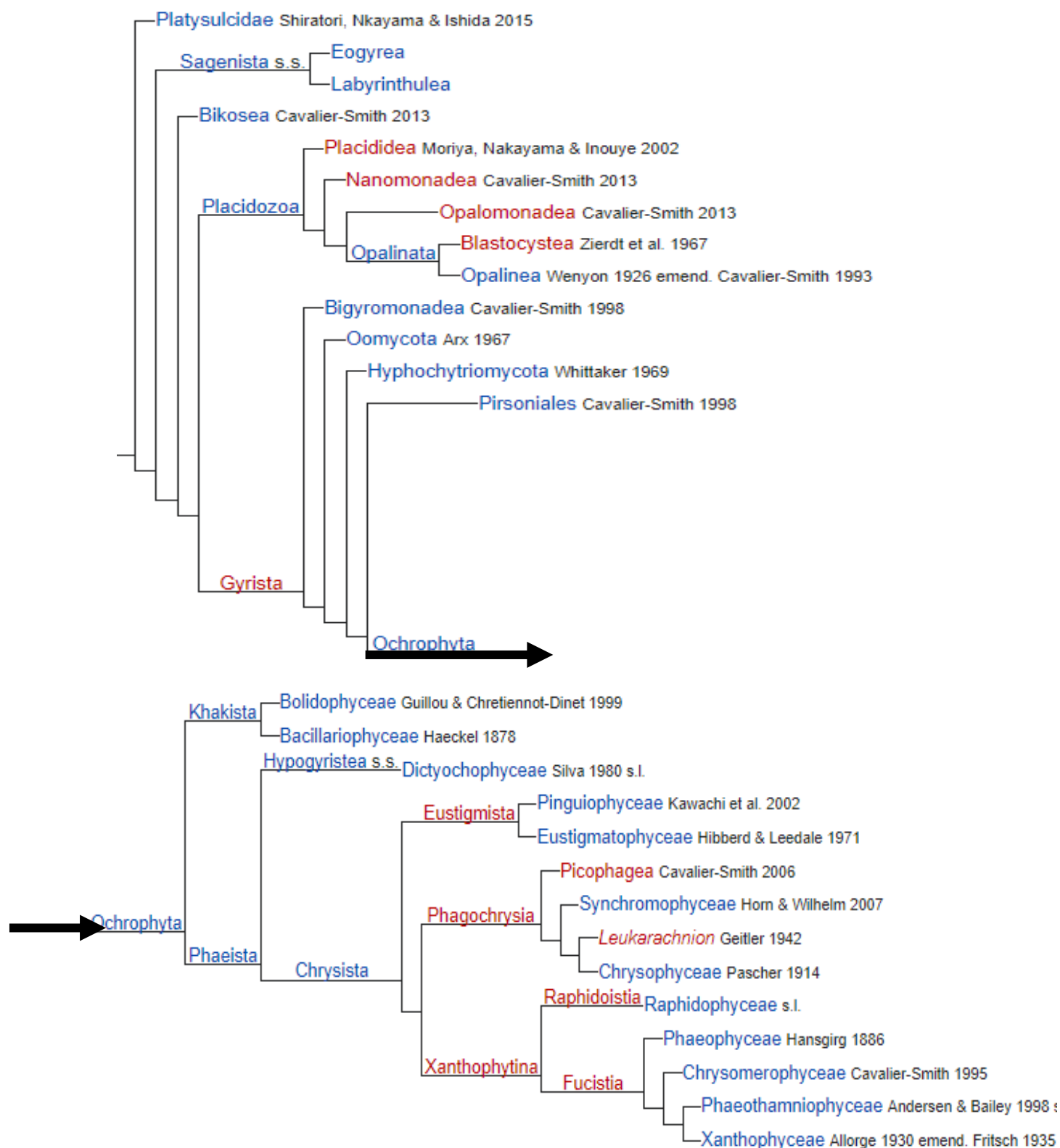
Виконання:

1. Уважно розгляньте запропоноване (малюнок 1.1.) філогенетичне дерево супергрупи SAR (SAR / Harosa). Визначте основні клади SAR (SAR / Harosa).



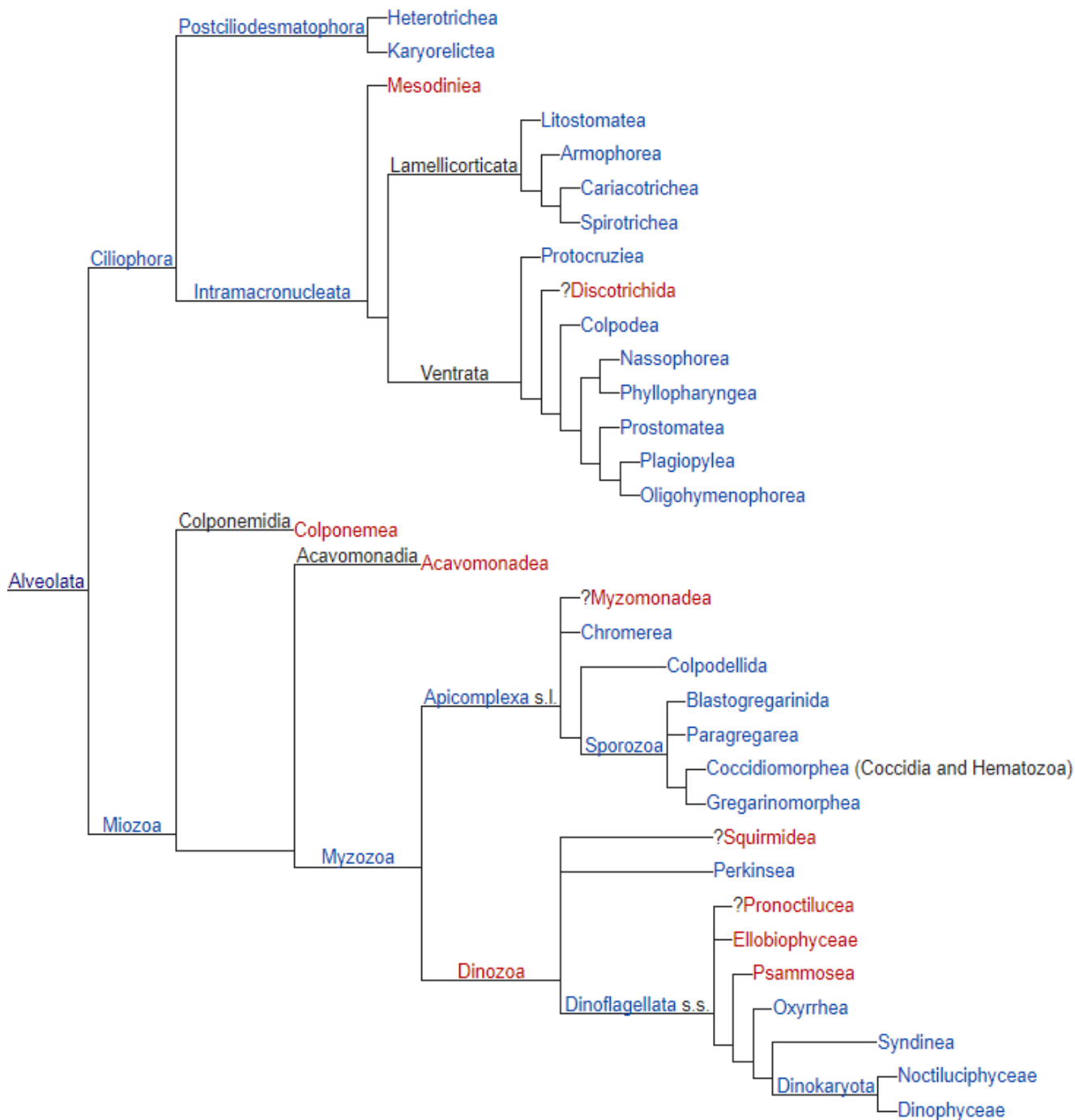
Малюнок 1.1.

2. Уважно розгляньте запропоноване (малюнок 2.1.) філогенетичне різнобатіжківців (Stramenopiles / Heterokonta). Визначте базальні і кранові групи. Відмітьте клади із наявними функціональними вторинно ендосимбіотичними пластидами. Відмітьте клади, для яких відома вторинна втрата пластидів. Коротко охарактеризуйте їх.



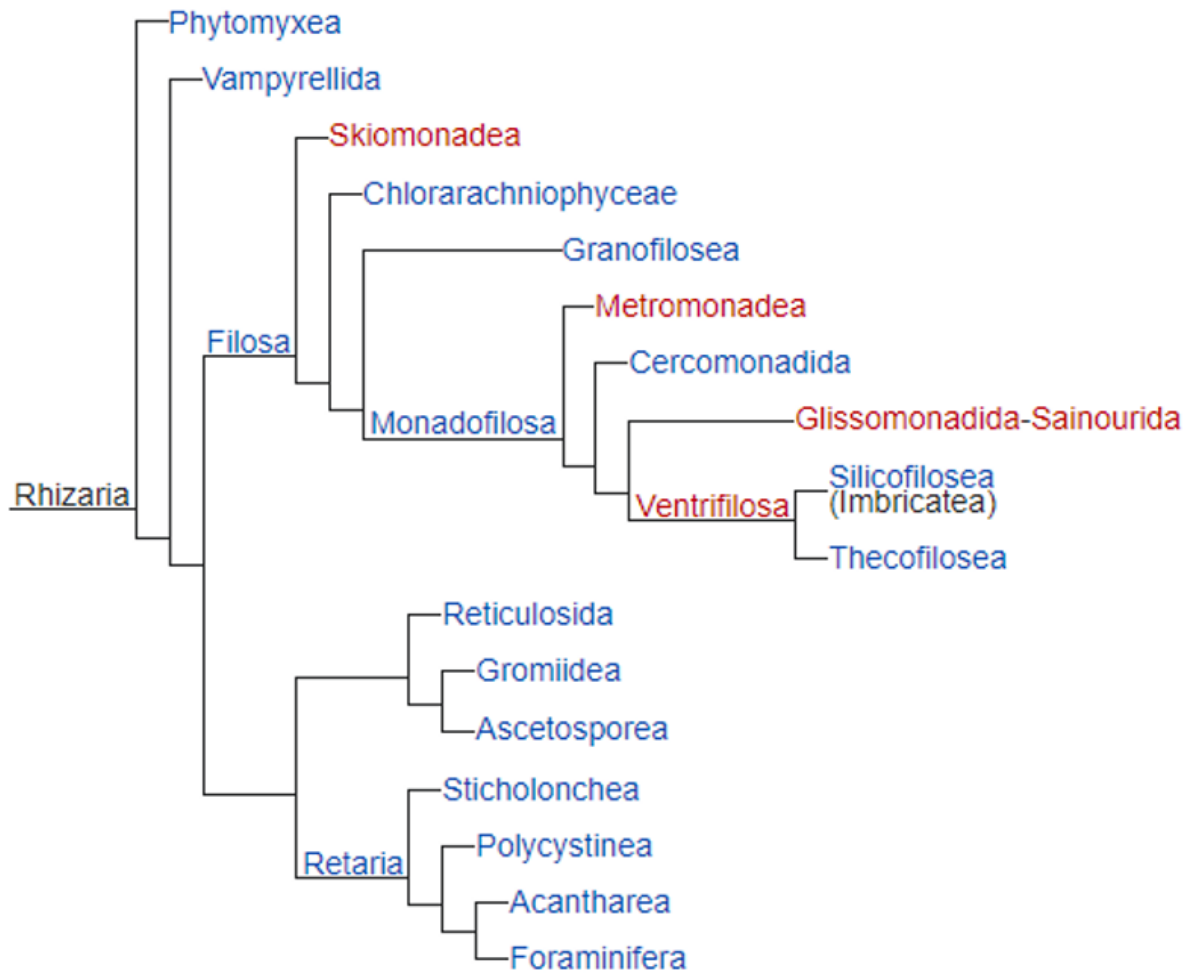
Малюнок 2.1.

3. Уважно розгляньте запропоноване (малюнок 3.1.) філогенетичне комірниць (Alveolata). Відмітьте основні клади. Які морфологічні ознаки є спільними ді них усіх? Чому вихривців (Dinoozoa) і складноверхців (Apicomplexa) об'єднують в одну суперкладу?



Малюнок 3.1.

4. Уважно розгляньте запропоноване (малюнок 4.1.) філогенетичне коренівок (Rhizaria). Визначте базальні і кронні клади філогенетичного дерева. Порівняйте морфологічні особливості клад Filosa і Retaria.



Малюнок 4.1.

Підготуйте висновки до практичної роботи.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №7

Тема 7: Супергрупа зелені рослини (Viridiplantae).

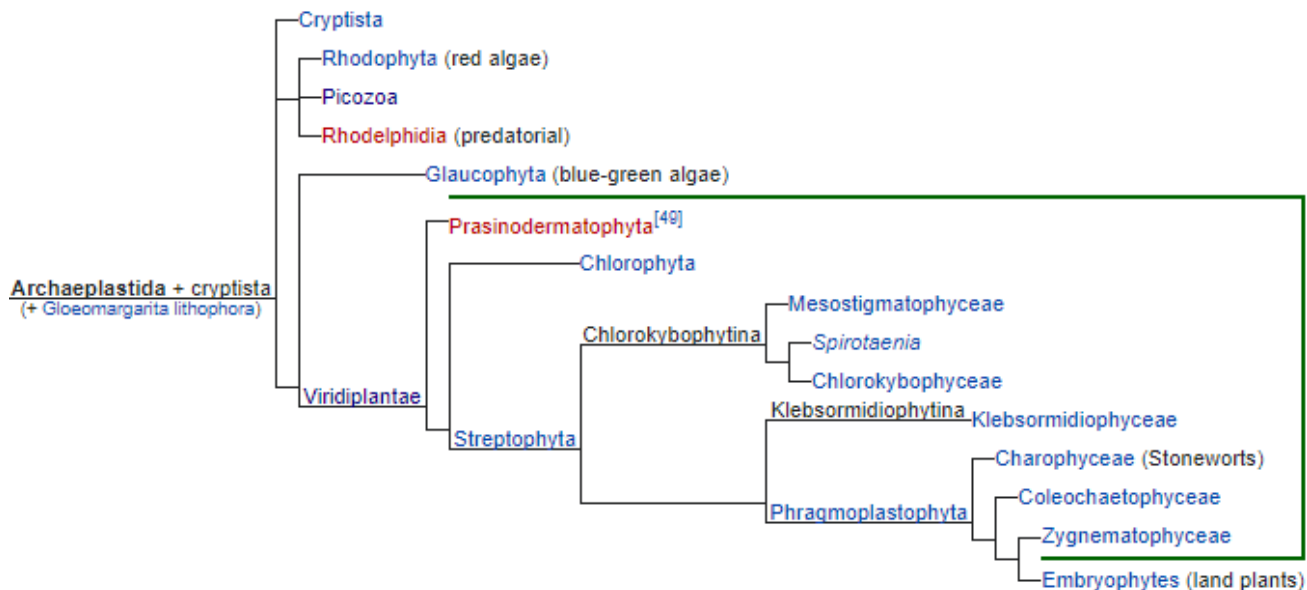
Мета: Вивчити систему супергрупи зелені рослини (Viridiplantae).

Завдання:

1. Розгляньте філогенію супергрупи зелені рослини (Viridiplantae).
2. Розгляньте філогенію зелених водоростей (Chlorophyta).
3. Розгляньте філогенію наземних рослин (Embryophyta).

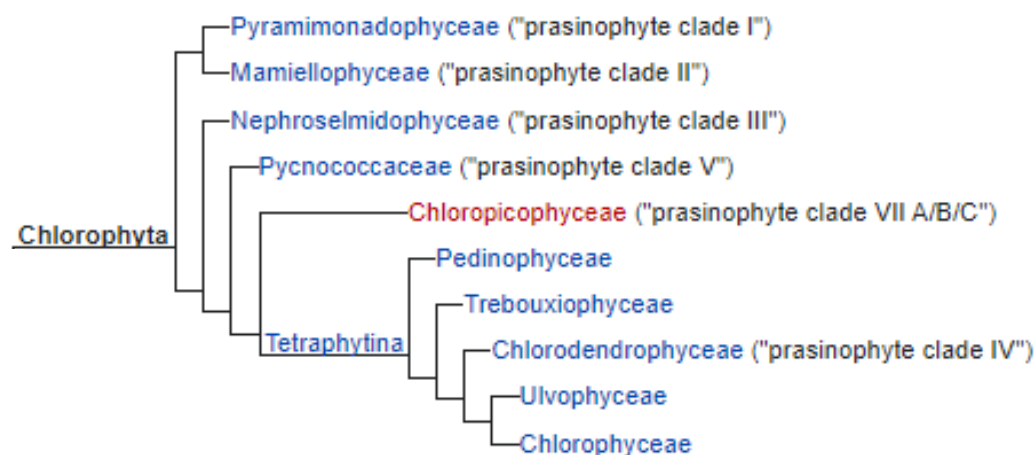
Виконання:

1. Уважно розгляньте запропоноване (малюнок 1.1.) філогенетичне дерево зелених рослин (Viridiplantae). Визначте сестринські групи зелених рослини (Viridiplantae). Які ключові ознаки подібності і відмінності між ними наявні?



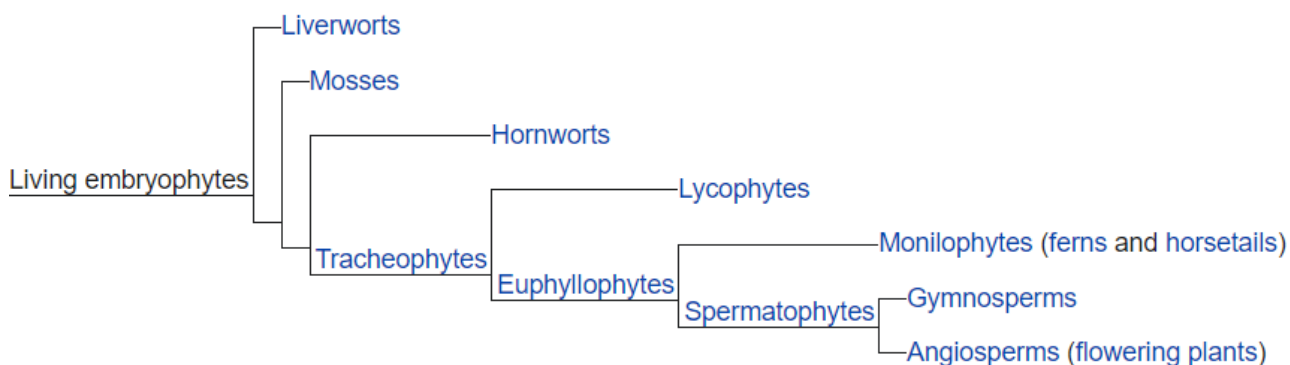
Малюнок 1.1.

2. Уважно розгляньте запропоноване (малюнок 2.1.) філогенетичне дерево зелених водоростей (Chlorophyta). Встановіть основні відмінності зелених водоростей (Chlorophyta) від стрептофітів (Streptophyta).

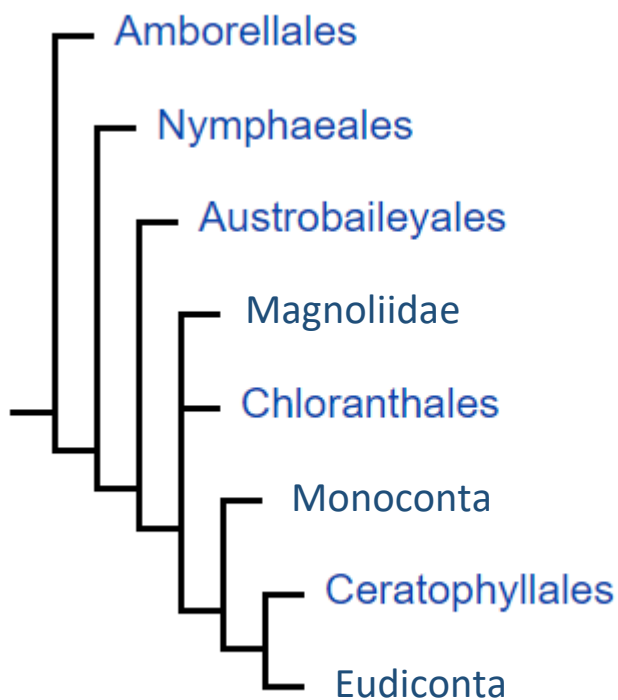


Малюнок 2.1.

3. Уважно розгляньте запропоновані філогенетичні дерева наземних рослин (Embryophyta) (малюнок 3.1.) та квіткових рослин (малюнок 3.2.). Оцініть монофілетичність окремо кладів мохів та покритонасінних. Обґрунтуйте морфологічну справедливість віднесення плауноподібних до сестринської гілки усіх справжньолистяних наземних рослин. Чому "папоротеподібні" та "хвощеподібні" об'єднані у спільну кладу? Виокреміть базальні кледи покритонасінних. Обґрунтуйте розмежування кладів магноліїд та справжньодводольних.



Малюнок 3.1.



Малюнок 3.1.

Підготуйте висновки до практичної роботи.

Питання, що виносяться на II модульний контроль

1. Сучасна система органічного світу.
2. Коротка характеристика екскаватів;
3. Класифікація екскаватів.
4. Коротка характеристика амебозоїв;
5. Класифікація амебозоїв;
6. Коротка характеристика опістоконтів;
7. Гриби;
8. Тварини;
9. Сестринські лінії грибів: Безніжковики та Коротунці; Дискокрисові
10. Сестринські лінії тварин: Ниткозірочники; Круглоспорові; Комірцевики;
11. Коротка характеристика САР;
12. Різнобатіжківці;
13. Комірниці;
14. Коренівки;
15. Сестринські групи зелених рослин: главкові та червоні водорості;
16. Коротка характеристика зелених рослин;
17. Зелені водорості;
18. Стрептофіти;

Завдання на самостійну роботу студентів

1. Еволюційні ідеї античності;
2. Еволюційні ідеї середньовіччя;
3. Еволюційні ідеї Відродження;
4. Історичне становлення уявлень про мікроеволюцію;
5. Закон Харді-Вайнберга та його наслідки для теорії еволюції;
6. Видоутворення у процесі мікроеволюції;
7. Ефект пляшкового горла.
8. Історичне становлення уявлень про макроеволюцію;
9. Ароморфоза та ідіоадаптація;
10. Конвергенція, коєволюція та паралелізми;
11. Виникнення тварин і грибів;
12. Виникнення рослин;
13. Виникнення водоростей та інших одноклітинних еукаріотів;
14. Метамонади; Малавімонади; Дискоби; Цукубамонади;
15. Лопатеві; Конічні;
16. Сестринські лінії грибів: Безніжковики та Коротунці; Дискокрисові
17. Сестринські лінії тварин: Ниткозірочники; Круглоспорові; Комірцевики;
18. Сестринська група САР: Гакробії;
19. Сестринські групи зелених рослин: главкові та червоні водорості;

Рекомендована література



Adl S.M., Simpson A.G.B., Lane C.E., Lukes J., Bass D., Bowser S.S., Brown M.W., Burki F., Dunthorn M., Hampl V., Heiss A., Hoppenrath M., Lara E., LE Gall L., Lynn D.H., McManus H, Mitchell E.A.D., Mozley-Stanridge S.E., Parfrey L.W., Pawlowski J., Rueckert S., Shadwick L., Schoch C.L., Smirnov A., Spiegel F.W. (2012) The Revised Classification of Eukaryotes. *J. Eukaryot. Microbiol.*, 59(5): 429–493.



APG (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 181 (1): 1–20.



Cavalier-Smith T., Chao E.E., Oates B. (2004) Molecular phylogeny of Amoebozoa and the evolutionary significance of the unikont Phalansterium. *Eur. J. Protistol.* 40, 21–48.



Charlesworth B., Charlesworth D. (2017) *Evolution: A Very Short Introduction*. Oxford University Press, 1-146.



Hibbett, D.S., Binder, M., Bischoff, J.F., Blackwell, M., Cannon, P.F., Eriksson, O.E., Huhndorf, S., James, T., Kirk, P.M., Lücking, R., Lumbsch, H.T., Lutzoni, F., Matheny, P.B., McLaughlin, D.J., Powell, M.J., Redhead, S., Schoch, C.L., Spatafora, J.W., Stalpers, J.A., Vilgalys, R., Aime, M.C., Aptroot, A., Bauer, R., Begerow, D., Benny, G.L., Castlebury, L.A., Crous, P.W., Dai, Y.-C., Gams, W., Geiser, D.M., Griffith, G.W., Gueidan, C., Hawksworth, D.L., Hestmark, G., Hosaka, K., Humber, R.A., Hyde, K.D., Ironside, J.E., Kõljalg, U., Kurtzman, C.P., Larsson, K.-H., Lichtwardt, R., Longcore, J., Miadlikowska, J., Miller, A., Moncalvo, J.-M., Mozley-Standridge, S., Oberwinkler, F., Parmasto, E., Reeb, V., Rogers, J.D., Roux, C., Ryvarden, L., Sampaio, J.P., Schüßler, A., Sugiyama, J., Thorn, R.G., Tibell, L., Untereiner, W.A., Walker, C., Wang, Z., Weir, A., Weiss, M., White, M.M., Winka, K., Yao, Y.-J. & Zhang, N. (2007) A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research* 111,: 509-547.



Laumer C.E., Fernandez R., Lemer S., Combosch D., Kocot K.M., Riesgo A., Andrade S.C.S., Sterrer W., Sørensen M.V., Giribet G. (2019) Revisiting metazoan phylogeny with genomic sampling of all phyla. *Proc. R. Soc. B* 286: 20190831.



Yang, Z. & Rannala, B., (2012) Molecular phylogenetics: principles and practice. *Nature Reviews Genetics*, 13(5), pp.303–314.