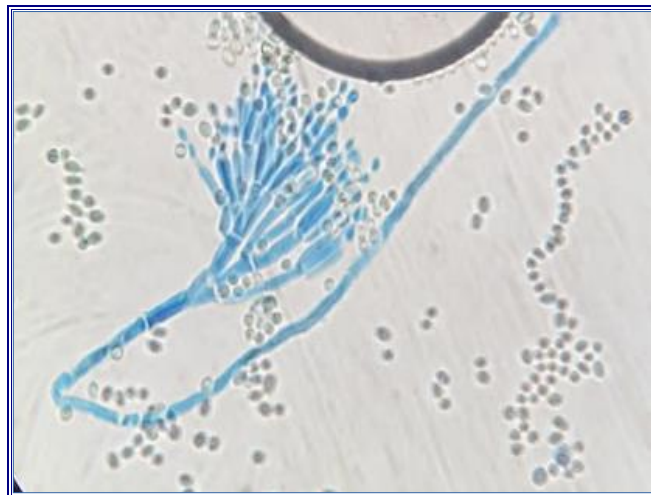


Andrik Éva

MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ

laboratóriumi munkákhoz

MIKOLÓGIA



Кафедра біології та хімії
Biológia és Kémia Tanszék

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ / MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ
до лабораторних робіт / laboratóriumi munkákhoz

МІКОЛОГІЯ / MIKOLÓGIA
(назва навчальної дисципліни / a tantárgy neve)

Другий (магістерський) / Mesterképzés (MSc)
(ступінь вищої освіти / felsőoktatás szintje)

09 Біологія / 09 Biológia
(галузь знань / képzési ág)

091 Біологія та біохімія / 091 Biológia és biokémia
(освітня програма / képzési program)



Берегове / Beregszász
2025 / 2025

Методичне видання підготовлено для студентів денної та заочної форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти, які навчаються за освітньою програмою 091 “Біологія та біохімія” з метою забезпечення їх методичними вказівками до лабораторних занять з курсу «Мікологія». Коротко наведено загальні теоретичні відомості та хід лабораторних занять з завданнями.

Затверджено до використання у навчальному процесі
на засіданні кафедри біології та хімії ЗУІ ім. Ф. Ракоці II
(«11» серпня 2025 року, протокол № 1.)

Розглянуто та рекомендовано Радою із забезпечення якості вищої освіти Закарпатського
угорського інституту імені Ференца Ракоці II
(протокол №7 від 26.08.2025 року)

Рекомендовано до видання в електронній формі (PDF)
рішенням Вченої ради Закарпатського угорського інституту ім. Ф.Ракоці II
(протокол № 8 від 28 серпня 2025 р.) наказ №85-ВН від 29.08.2025 р.

Підготовлено до видання в електронній формі (PDF) кафедрою біології та хімії спільно
з Видавничим відділом Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II

Розробник методичних вказівок:

АНДРИК Єва – кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та хімії Закарпатського
угорського інституту імені Ференца Ракоці II

Рецензенти:

КІШ Роман – кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки ДВНЗ «Ужгородський
національний університет»

КОЛОЖВАРІ Степан – доктор філософії, доцент кафедри біології та хімії Закарпатського
угорського інституту імені Ференца Ракоці II

За зміст методичних вказівок відповідальність несуть розробники

Відповідальний за випуск:

КОГУТ Ержебет – доктор філософії, доцент кафедри біології та хімії Закарпатського
угорського інституту імені Ференца Ракоці II, завідувач кафедри

ДОБОШ Олександр – начальник Видавничого відділу Закарпатського угорського
інституту імені Ференца Ракоці II

Видавництво: Закарпатський угорський інститут імені Ференца Ракоці II (адреса: пл.
Кошута 6, м. Берегове, 90202. Електронна пошта: foiskola@kmf.uz.ua)

© Андрик Є.Й. 2025

© Кафедра біології та хімії ЗУІ ім. Ф. Ракоці II, 2025

A módszertani kiadvány a felsőoktatás második (mesterképzési) szintjének nappali és levelező tagozatos hallgatói számára készült, akik a 091 „Biológia és biokémia” oktatási program keretében tanulnak, hogy módszertani útmutatást adjon nekik a „Mikológia” tantárgy laboratóriumi óráihoz. A módszertani útmutató röviden összefoglalja az elméleti anyagot és tartalmazza a laboratóriumi foglalkozások menetét feladatokkal.

Az oktatási folyamatban történő felhasználáshoz jóváhagyta
a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Biológia és Kémia Tanszéke
(2025. augusztus 11, 1 számú jegyzőkönyv).

Megjelenítésre javasolta a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Felsőoktatási
Minőségbiztosítási Tanácsa
(2025. augusztus 26., 7. számú jegyzőkönyv).

Elektronikus formában (PDF fájl formátumban) történő kiadásra javasolta
a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Tudományos Tanácsa
(2025. augusztus 28, 8 számú jegyzőkönyv).

Kiadásra előkészítette a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Biológia és Kémia
Tanszéke és Kiadói Részlege.

A módszertani útmutató kidolgozója:

ANDRIK Éva – a biológiai tudományok kandidátusa, a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai
Magyar Főiskola Biológia és Kémia Tanszékének docense

Szakmai lektorok:

KIS Román – a biológiai tudományok kandidátusa, az Ungvári Nemzeti Egyetem Botanika
Tanszékének docense

KOLOZSVÁRI István – Ph.D., a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Biológia és
Kémia Tanszékének docense

A módszertani útmutató tartalmáért kizárólag az útmutató kidolgozói felelnek.

A kiadásért felel:

KOHUT Erzsébet – Ph.D., a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Biológia és
Kémia Tanszékének docense, tanszékvezető

DOBOS Sándor – a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Kiadói Részlegének
vezetője

Kiadó: a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola (cím: 90202, Beregszász, Kossuth
tér 6. E-mail: foiskola@kmf.uz.ua)

© Andrik Éva, 2025
© A II. RF KMF Biológia és Kémia Tanszéke, 2025

	old.
BEVEZETŐ / ВСТУП	6
TÉMA 1. A GOMBÁK EREDETE. A THALLUSZ TÍPUSAI / ТЕМА 1. ПОХОДЖЕННЯ ГРИБІВ. ТИПИ ТАЛОМУ	9
TÉMA 2. A GOMBÁK FELÉPÍTÉSE / ТЕМА 2. БУДОВА ГРИБІВ	17
TÉMA 3. GOMBÁK MÓDOSULÁSAI / ТЕМА 3. ВИДОЗМІНИ ГРИБІВ	20
TÉMA 4. GOMBÁK IVARTALAN SZAPORODÁSA / ТЕМА 4. БЕЗСТАТЕБЕ РОЗМНОЖЕННЯ ГРИБІВ	23
TÉMA 5. IVARTALAN SZAPORÍTÓ SZERVEK — KONÍDIOMOK. NÖVÉNYPATOGÉN GOMBÁK / ТЕМА 5. ОРГАНИ БЕЗСТАТЕВОГО РОЗМНОЖЕННЯ . КОНІДІОМИ. ФІТОПАТОГЕННІ ГРИБИ	31
TÉMA 6. GOMBÁK IVAROS SZAPORODÁSA / ТЕМА 6. СТАТЕБЕ РОЗМНОЖЕННЯ ГРИБІВ	38
TÉMA 7. LICHENIZÁLT GOMBÁK – ZUZMOK / ТЕМА 7. ЛІХЕНІЗОВАНІ ГРИБИ — ЛИШАЙНИКИ	40
TÉMA 8. GOMBÁK KÉMIAI VIZSGÁLATA / ТЕМА 8. ХІМІЧНІ МЕТОДИ У ДОСЛІДЖЕННІ ГРИБІВ	45
FELHASZNÁLT ÉS AJÁNLOTT IRODALOM / ВИКОРИСТАНА ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	50

BEVEZETŐ

A „Mikológia” tantárgyat a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Biológia és Kémia Tanszékének nappali és levelező tagozatos hallgatói a 091 „Biológia és biokémia” mesterképzés oktatási programja keretében tanulják.

A tantárgy célja a gombák mint életforma általános ismertetése – helyük az élővilágban, biológiai és ökológiai tulajdonságaik.

Várható eredmények:

- ismerni a gombaszerű szervezetek és a valódi gombák fontosabb jellemzőit, helyüket az élővilág rendszerében;
- jellemezni a gomba szervezetek morfológiai és fiziológiai általános tulajdonságait;
- ismerni a gombák szaporodásának típusait és módjait, fejlődési ciklusait egészében és rendszertani csoportonként;
- ismertetni a gombák főbb taxonómiai csoportjainak jellegzetességeit, képviselő fajokat, életmódjukat, szerepüket a bioszférában, kapcsolataikat más élőlényekkel.
- ideiglenes gomba preparátum készítés elsajátítása.

Főbb témakörök:

A gombák, mint az élet egyik alakja. A gombák helye az élővilág rendszerében. A gombák életformái.

A gombák származása és evolúciója. A gombák felépítése. A gomba talom típusai.

A gombák vegetatív struktúrái. A micélium módosulásai. A gombák „szövevei” és „szervei”.

A gombák ivartalan szaporodása.

Genetikai rekombináció és a gombák életciklusai.

Ivaros szaporodás. Aszkuszok. Termőtestek típusai. Bazidíumok. Termőtestek típusai.

A Gombaszerű szervezetek (Nyálkagombák, Moszatgombák): rendszertan, felépítés, szaporodás, életmód, képviselők.

A Valódi gombák (Fungi regnum) rendszertana és jellemzése (rendszertan, felépítés, szaporodás, életmód, képviselők): Chytridiomycota sensu lato, Zygomycota sensu lato, Glomeromycota, Ascomycota, Basidiomycota.

A mikorhiza típusai.

Lichenizált gombák (zuzmók).

ВСТУП

Мікологія вивчається студентами денної та заочної форми навчання кафедри біології та хімії Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II у циклі професійної та практичної підготовки магістра за освітньою програмою 091 “Біологія та біохімія”.

Мета: Ознайомлення студентів з загальною характеристикою грибів як форми життя, їх місцем в органічному світі, біологічними та екологічними особливостями.

Завдання: формування знань про систематику грибоподібних організмів та грибів, їх будову, розвиток та екологію.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- місце грибоподібних організмів та грибів у системі живого та принципи їх класифікації;
- особливості будови грибоподібних організмів та грибів;
- загальні морфологічні та фізіологічні властивості грибних організмів;
- типи та способи розмноження грибів, цикли їх розвитку в цілому та по групам;
- характеристики основних таксономічних груп та їх представників;
- різноманіття способів життя грибів та грибних організмів, їх зв'язки з іншими видами та роль у біосфері.

вміти:

- характеризувати представників різних таксономічних та екологічних груп грибів;
- встановлювати основні характерні особливості будови окремих таксонів;
- визначати види грибів на рівні класу чи порядку
- приготувати тимчасовий мікропрепарат грибів.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН2. Використовувати бібліотеки, інформаційні бази даних, інтернет ресурси для пошуку необхідної інформації.

ПРН6. Аналізувати біологічні явища та процеси на молекулярному, клітинному, організмовому, популяційно-видовому та біосферному рівнях з точки зору фундаментальних загальнонаукових знань, а також використовувати спеціальні сучасні методи досліджень. ПРН7. Описувати й аналізувати принципи структурно-функціональної організації, механізмів регуляції та адаптації організмів до впливу різних чинників.

ПРН16. Моделювати об'єкти і процеси у живих організмах та їхніх компонентах із використанням математичних методів та інформаційних технологій.

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій, та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК06. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні;

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності спеціальності (СК):

СК01. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології та біохімії, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності.

СК04. Здатність аналізувати й узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних та біохімічних явищ і процесів.

СК07. Здатність діагностувати стан біологічних систем за результатами дослідження організмів різних рівнів організації.

Тематика дисципліни:

Гриби, як форма життя. Місце грибних організмів у системі органічного світу. Життєві форми грибів.

Походження та еволюція грибів. Будова грибів. Типи грибного талому.

Вегетативні структури грибів. Видозміни міцелію. “Тканини” й “органи” грибів. Життєві цикли грибів.

Нестатеве розмноження грибів.

Генетична рекомбінація і життєвий цикл грибів. Парасексуальне розмноження. Статеве розмноження. Пострекомбінативна репродукція. Аски, аскоми. Типи плодових тіл. Базидії, базидіоспори, базидіоми.

Систематика грибоподібних організмів: морфологічні особливості, спосіб життя, способи розмноження, представники.

Систематика і характеристика справжніх грибів (морфологічні особливості, спосіб життя, способи розмноження, представники): відділи Chytridiomycota sensu lato, Zygomycota sensu lato, Glomeromycota, Ascomycota, Basidiomycota.

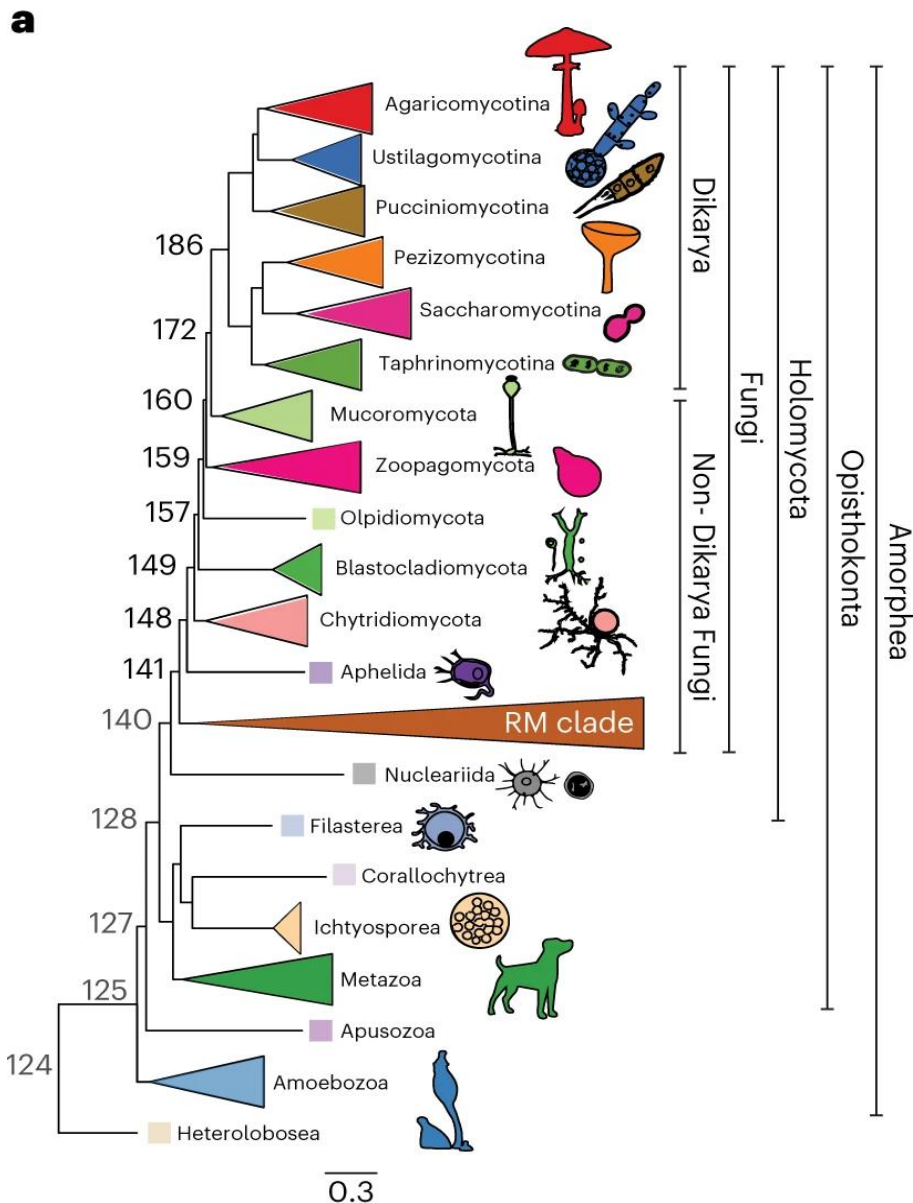
Мікориза та її типи.

Ліхенізовані гриби (лишайники).

TÉMA 1. A GOMBÁK EREDETE. A THALLUSZ TÍPUSAI /

ТЕМА 1. ПОХОДЖЕННЯ ГРИБІВ. ТИПИ ТАЛОМУ.

A gombák ökológiailag fontos heterotrófok, a Föld legtöbb ökológiai fülkáját elfoglalták, és kulcsfontosságú ökológiai szerepük van. A gombák evolúciós szempontból az egyik legsikeresebb csoport. Mint morfológiai úgy ökológiai szempontból is rendkívül változatosak, számos ökoszisztémában kulcsszerepet játsznak mint szimbionták, paraziták és szaprotrófok. A gomba morfológiájának legjellemzőbb tulajdonságai, azaz a nem mozgékony, szeptumszerű, fonalas thallusz a Dikarya kládban található, de taxonómiaiilag a gombák sokkal szélesebb spektrumot képviselnek. A gombák az Opisthokontákon belül a Holomycota-khoz tartoznak, a Nucleariida-val együtt (¹ Merényi et al., 2023). A valódi gombák csoportjában (Fungi) jelenleg 19 törzsszintű kládot fogadnak el (Wijayawardene, 2024).



1 Ábra. A gombák helye az eukarióták kládjában (Merényi et al., 2023)

¹Merényi, Z., Krizsán, K., Sahu, N. et al. Genomes of fungi and relatives reveal delayed loss of ancestral gene families and evolution of key fungal traits. *Nat Ecol Evol* 7, 1221–1231 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02095-9>

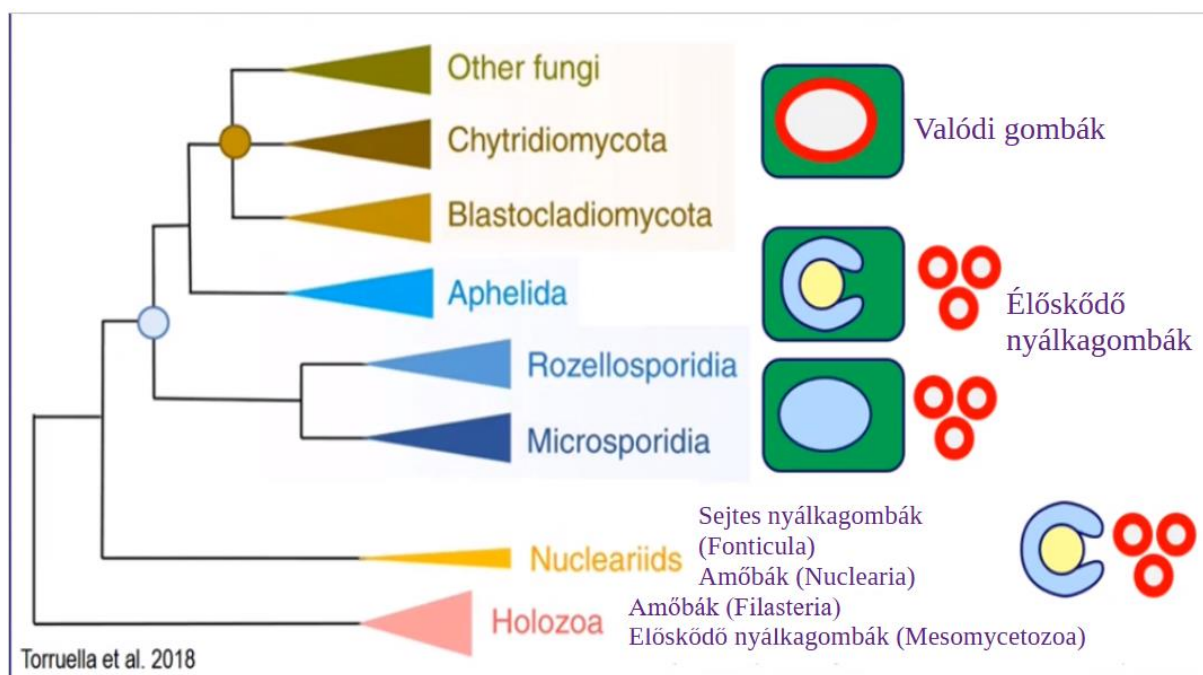
Kérdés: 1. Mit jelent a Non-Dikarya klád neve?

Kérdés: 2. Milyen csoportokhoz (1 ábra) tartozik a "valódi gombák" kládja?

Az Aphelida klád jellemzése

Az *Aphelida* egy kevés fajjal rendelkező törzs (Aphelidiomycota syn. Aphelida), ill az egysejtű opisthokont eukarióták egyetlen osztálya (Aphelidiomycetes syn. Aphelidea). Korábban a valószínűleg parafiletikus szuperfilum Opisthosporidia részének tekintették őket, mint a gombák testvércsoportját. Jelenleg a gombák egyik *alapfejlődési ágának* számítanak, amely az Aphelidiomyceta taxonómiai alkirályságnak felel meg (1 ábra). Ezek többnyire *tengeri vagy édesvízi fitoplankton algák intracelluláris (sejtenbelüli) parazitoidjai*².

Bár számuk kevés, és ökológiailag jelentéktelenek, filogenetikai szempontból jelentősek, mert megmutatják, hogyan is nézhetett ki az összes "valodi gomba" (Eumycota klád) közös őse. A filogenetikai vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy egy összetett, szabadon élő, az aphelidákhoz hasonló ősből fejlődtek ki, amely *elvesztette fagotróf táplálkozási képességét és ozmotróf lett* (2 ábra).



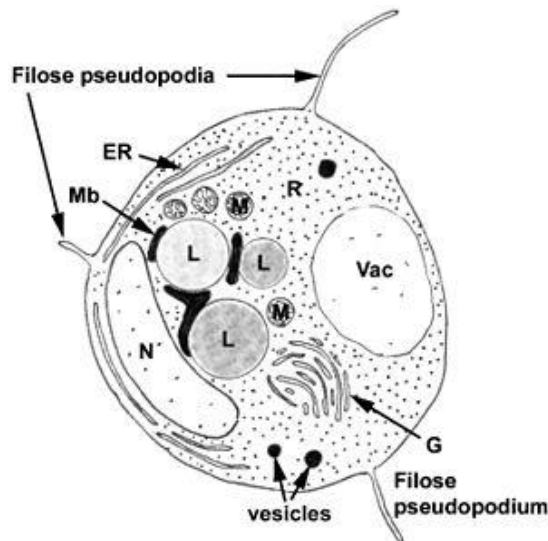
2 ábra. Az *Aphelida*-k helye az eukarióták csoportjában (Torruella et al. 2018).

²A parazitoid életmód sok tekintetben emlékeztet az élősködő (parazita) életmódra. A parazitoid életciklusának egy hosszabb szakaszában egy arra alkalmas, más fajba tartozó gazdaegyed testében él, abból táplálkozik, és abban fejlődik. Ellentétben a parazitával, a parazitoid végül megöli gazdáját, e szempontból tehát a ragadozókra emlékeztet.

3. Kérdés: Milyen gombatulajdonságokkal rendelkeznek az Aphelida fajok?

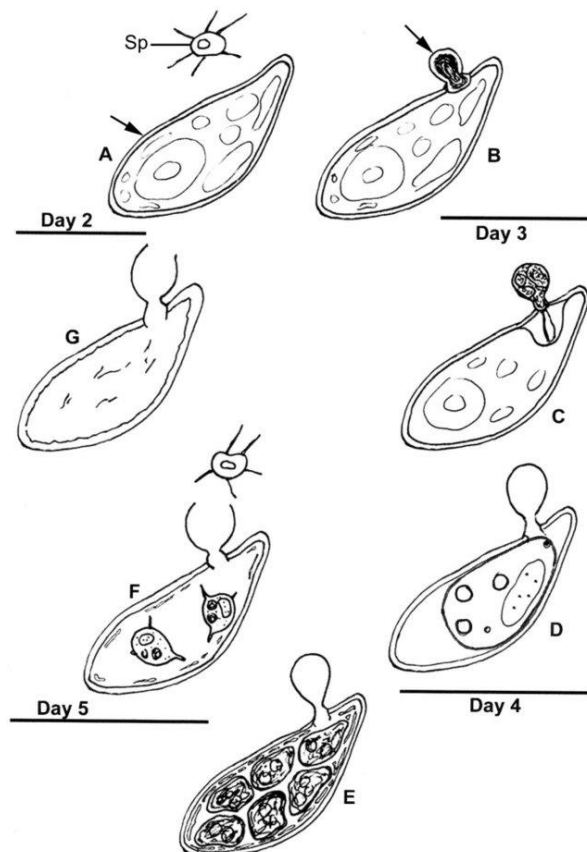
Szerkezet és életsiklus

Az aphelidák életsiklusa a taxon valamennyi fájában hasonló. A mozgékony zoospórák lehetnek ostorosak, funkcionális vagy csökevényes hátsó flagellákkal vagy amőboidok, egy vagy több állábbal (pszeudopódium), amelyek lehetnek szélesek vagy vékonyak (3 ábra). A zoospórák lehetnek kerekerek vagy oválisak, egyes fajoknál állábak nélkül.



3 ábra: Az *Amoeboaphelidium protococcarum* amőboid, fonalas pszeudopodiás aplanospóra vázlata: ER - endoplazmatikus retikulum, G - Golgi-készülék, L - lipidcseppek, M - mitokondrium, Mb - mikrotész, N - sejtmag, R - riboszóma, Vac – vakuolum, vezikulumok (Letcher, 2013)

A mozgékony zoospóra megközelíti a gazdaszervezetet, megtapad annak felszínén, rákapszulázódik és behatol, a cisztában lévő hátsó vakuolum a penetrációs apparátus áthatoló csövén keresztül a gazdasejtbe nyomja a tartalmát (4 ábra). Az endobiotikus parazitoid fagotróf amőbává válik, amely növekszik és bekebelezi a gazdaszervezet citoplazmáját, míg végül plazmódiummá válik, amely csak egy vagy két maradéktestet (a gazdasejt nem megemésztett részei) tartalmaz. Felnőtt korban a plazmódium többmagvú, központi vakuolával és maradék kiválasztó testtel. Idővel a plazmódium számos egymagvú sejtre osztódik, amelyek az üres gazdasejtből szabadulnak ki a cisztamaradványon keresztül, hogy további gazdasejteket fertőzzenek meg. Az életsiklus során egyes esetekben kialakulhatnak nyugvó, vastag falú spórák is.



4 Ábra. Az *Amoebophilidium protococcarum* életciklusa (a fertőzést követően 3-4 napon belül befejeződik) (Letcher et al., 2013).

Az *A. protococcarum* életciklus szakaszai:

A 2. napon: A. Az egészséges algasejtek (nyíl) és a számos amöboid, fonalas pseudopodás aplanospóra (Sp) láthatók. B. Az algasejt megfertőződik (a ciszta (nyíl) egy appresszóriummal az algasejt falához tapad).

3. nap: C. A vastagfalú, szárral rendelkező aplanospóra-ciszta megnagyobbodik és átszúrva a sejtfalat egy penetrációs tömlővel behatol a gazdasejtbe. D. Az algasejtben a membránhoz kötött, fejlődő parazita táplálkozik a sejt tartalmával, növekszik és soksejtmagvú pseudoplazmódiumot hoz létre; az üres aplanospóraciszta megmarad.

4. nap: E. A gazdasejtben a soksejtmagvú pseudoplazmódiumból aplanospórák alakulnak ki a sejtmagok körül, ezeket töredezett plazmamembrán veszi körül; az aplanospóraciszta üres maradványa továbbra is megmarad.

5. nap: F. A kialakult aplanospórák kiszabadulnak az üres aplanospóraciszta maradvány falán keresztül, amely feloldódik. G. A fertőzött gazdasejt kiürül, de megtartja az aplanospórák ciszta maradványát.

Ökológia és gazdaszervezetek

Az aphelida-k főleg eutróf, azaz tápanyagban gazdag vizekben találhatók. Egysejtű vagy fonalas algákon élősködnek, többnyire a fitoplanktonban, de vannak talaj (bentikus) vagy epifita fajok is. Egyes zöld algák (Chlorophyta), sárgászöld moszatok (Xanthophyceae) és kovamoszatok (Bacillariophyta) fajait használják gazdaként. A legtöbb faj a *Chlorococcum* nemzetséghez tartozó zöld algákon és hasonló fajokon, vagy a *Tribonema gayanumban* élősködik, amelyet gyakran használnak az Aphelida laboratóriumi tenyésztéséhez. Az egyes fajok, valamint a fajon belüli egyedi formák egy adott gazdaszervezetre jellemzőek lehetnek, és csak egy vagy néhány algafajra specializálódtak.

1 Feladat: Olvassa el a szöveget és töltsse ki helyes sorrendben az *Amoeboaphelidium protococcarum* életciklusának menetét a megadott mondatokkal.

A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	

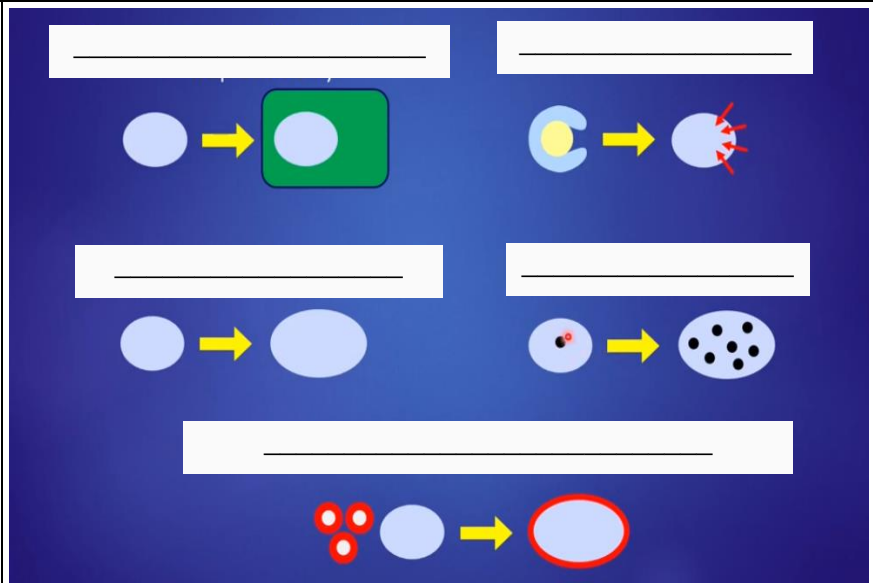
1. behatolás a gazdasejtbe;
2. a nyugvó spóraaplanospóra detektálja az alga sejtet;
3. a plazmódium osztódása mononukleáris sejtekre;
4. egy amőboid parazita a gazdasejt tartalmával táplálkozik;
5. az elpusztult algasejt;
6. érett spórák elhagyják a gazdasejtet;
7. a zoospóra érintkezése a gazdasejt felületével;

2 Feladat. A gombák kialakulásához vezető evolúciós változások.

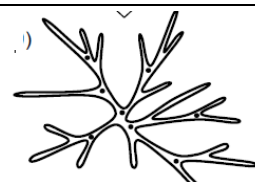
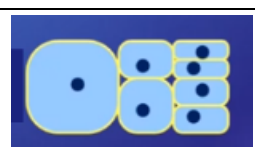
Írja be a megfelelő

aláírásokat az ábra üres celláiba:

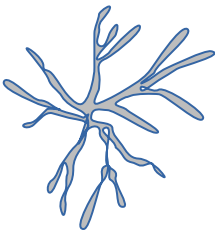
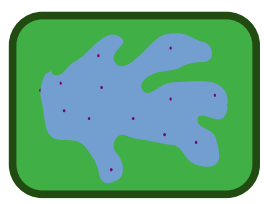
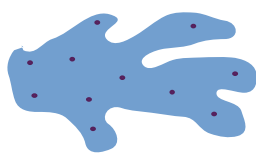
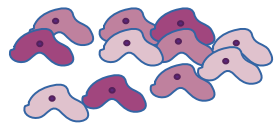
1. A fagocitózis elvesztése
2. A többsejtmagvú állapot kialakulása
3. A sejtfal kialakulása a vegetatív stádiumban
4. A sejttérfogat növekedése
5. Átmenet a sejten belüli parazitizmushoz



3 Feladat: Párosító. A gombák vegetatív thalluszának típusai. Írja be a harmadik oszlopba a megfelelő megnevezéseket.

A. 	1) Polycentrikus	A -
B. 	2) Micéliális	B -
C. 	3) Monocentrikus	C -
D. 	4) Soksejtű	D -
E. 	5) Élesztős	E -

4. Feladat. Párosító: A gombák és gombaszerű szervezetek életformái. Töltse ki a táblázatot a megadott életformákkal.

A. _____	B. _____	C. _____	D. _____
			

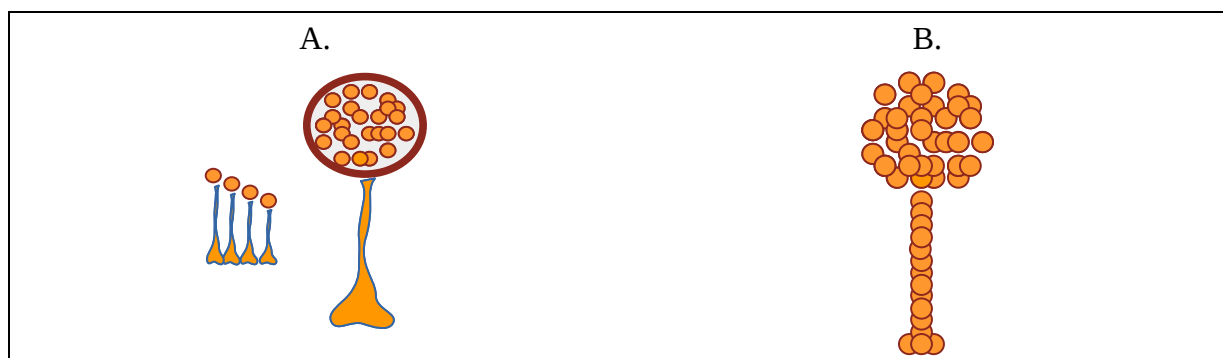
1) Élősködő nyálkagombák = Csúcsszerves spórások (Apicomplexa)

2) Valódi gombák

3) Sejtes *szorókarpikus* nyálkagombák

4) Valódi (plazmódiumos) *sporókarpikus* nyálkagombák

5. Feladat. Párosító: Válassza ki az ábráknak megfelelő spórángium és plazmódium típusát:



1) szorókarpikus ____

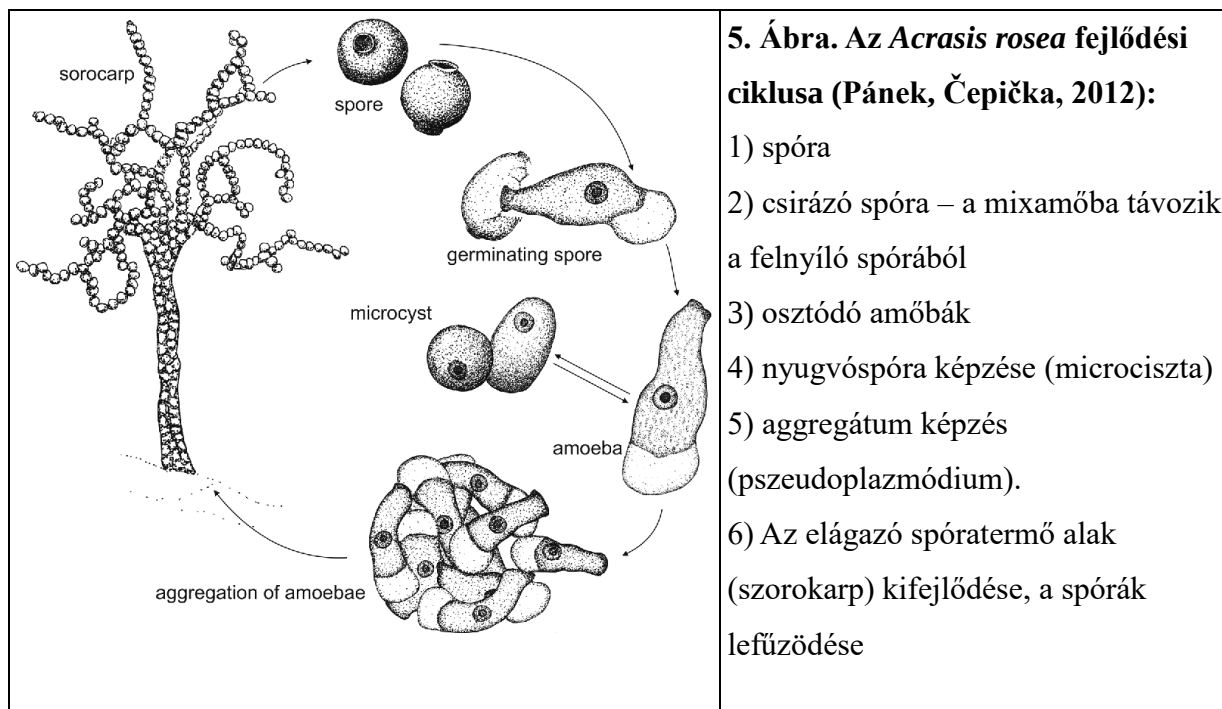
2) sporókarpikus ____

3) valódi plazmódium ____

4) pszeudoplazmódium ____

AZ *ACRISIS ROSEA* FEJLŐDÉSI CIKLUSAI

A *szorokarpikus* nyálkagombák (5. ábra) erdei talajban, korhadó fán, trágyában élő szaprobionok. Sokan közülük myxamőbából álló pszeudoplazmódiumot alkotnak. A spóráik olyan myxamőbává csíráznak, amelyek baktériumokkal táplálkoznak és osztódással szaporodnak. A myxamőbából képződő spórák cellulóz sejtfalat választanak ki maguk köré.



Kérdések:

1. Milyen táplálkozás jellemző az *Acrasis rosea*-ra?
2. Milyen típusú plazmódium alakul ki a sporokarpikus nyálkagombáknál?
3. Milyen típusú plazmódium alakul ki a szorokarpikus nyálkagombáknál?
4. Mi a különbség a szorokarpikus és a sporokarpikus nyálkagombák között?

TÉMA 2. A GOMBÁK FELÉPÍTÉSE / ТЕМА 2. БУДОВА ГРИБІВ

Feladat 1. Töltse ki a táblázatot a megadott mondatokkal:

Élőlénycsoport	Különbség a gombáktól	Hasonlóság a gombákhoz
Növények		
Állatok		
Kizárólagos gombatulajdonság		

autotrófia

cellulóz sejtfal

dikariózis

fagotrófia

gombametabolitok

haplonta egyedfejlődés

heterotrófia

kitin jelenléte

másodlagos anyagcsere

másodlagos anyagcsere hiánya

sejtfal hiánya

sejtfal léte

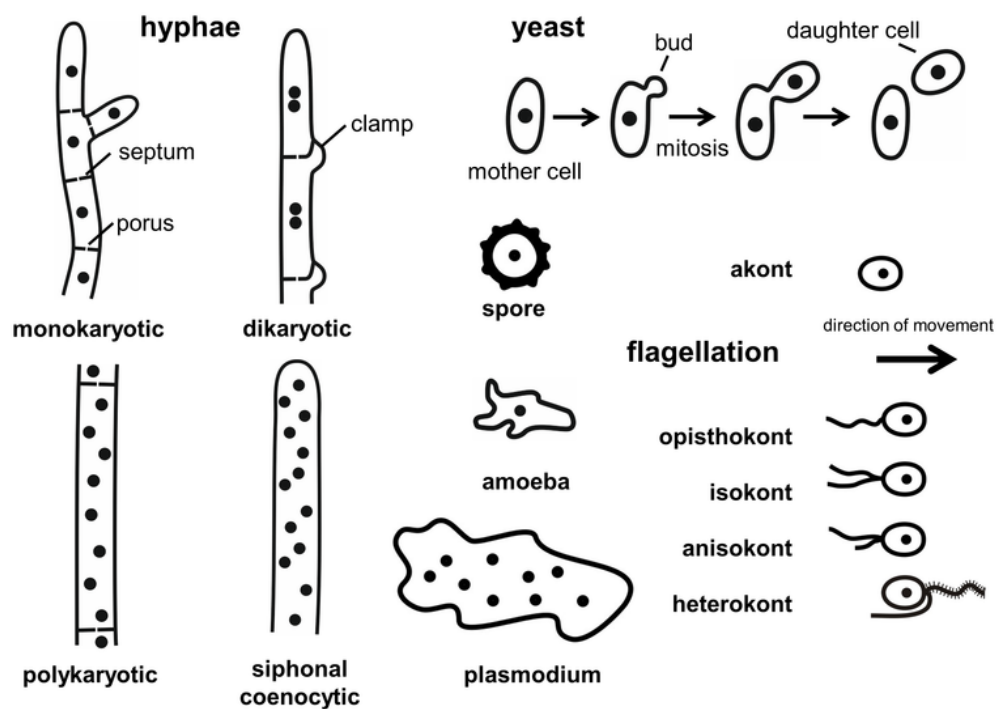
speciális citológiai bélyegek

Feladat 2. Helyezze el a csoportra jellemző jellegeket a megfelelő cellába (egy jelleg több cellába is kerülhet):

Jelleg	Növények	Állatok	Gombák
Sejt típus			
Sejtmembrán alkotói			
Sejtfal alkotói			
Táplálkozás mód			

Prokarióta, kitin, cellulóz, Béta-glükán, koleszterol, ergoszterol, heterotróf, fagotróf, ozmotróf, autotróf, eukarióta

Feladat 3. A 6. ábra alapján válaszoljon a kérdésekre.



© M. Piepenbring, CC BY-SA

6. Ábra. A gombák fonalas és egysejtű testszerveződése (M. Piepenbring)

- 3.1. Hogy nevezzük a szeptumnélküli hifát? _____
- 3.2. Mi a neve az egysejtmagvú hifának? _____
- 3.3. Kétsejtmagvú hifa _____
- 3.4. Mi a neve az egy pillás és egy sima ostorú spórának? _____
- 3.5. Hogy nevezzük az egy hátsó ostorral rendelkező spórát? _____

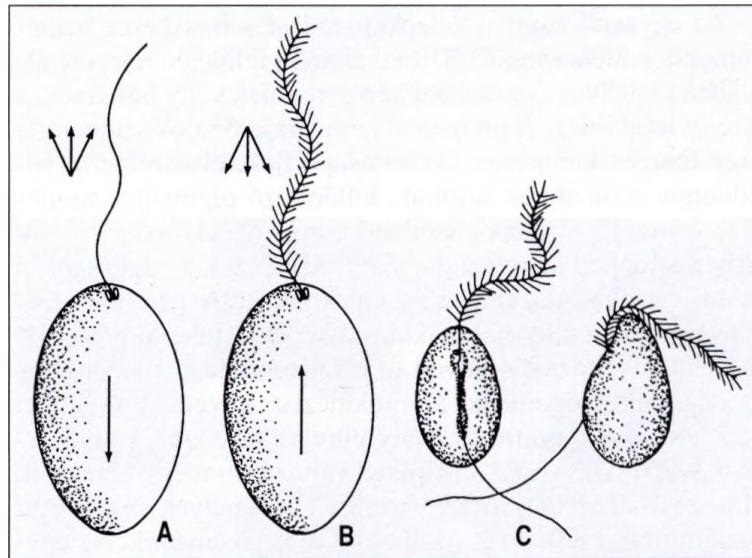
Feladat 4. Ostortípusok (7 ábra). Párosító:

A. AKROKONT -

B. OPISZTOKONT –

C. BIFLAGELLATA –

- 1) ostor a sejt hátsó pólusán (rajzóspórás gombák)
- 2) a gombasejtek oldalsó helyzetű ostorai közül az egyik sima a másik pillás (pl. petespórás gombák), kétostoros
- 3) a sejt elülső pólusán (petespórás gombák)



7. ábra. Ostor (flagella) típusok (Jakucs, Vajna, 2003) :

A - opisztokont sima ostor, B - akrokont pillás ostor, C - pleurokont kétostoros (biflagellata) rajzók. A sejtbe rajzolt nyilak az úszás irányát, a külső nyilak az ostor mozgásirányát jelzik.

TÉMA 3. GOMBÁK MÓDOSULÁSAI / ТЕМА 3. ВИДОЗМІНИ ГРИБІВ

A fonalas gombák többsejtű, csőszerű hifák formájában nőnek („egyszerű többsejtűség”). A hifák csoportosulásai, összetettebb háromdimenziós struktúrákat hoznak létre különböző céllal. A *gombák módosulásai* (metamorfozisosok) – hifákból kialakuló specializált struktúrák. Ezek sajátos alakú, méretű vagy növekedésű hifák, hifa csoportok vagy hifa részek, amelyek egy meghatározott funkció ellátását biztosítják.

Feladat 1. Párosító. Gombák hifa módosulásai. Töltse ki a táblázatot a megfelelő fogalmakkal:

	Módosulások típusai:
A) Alkalmazkodás a szubsztrátum kolonizációjához:	
B) Alkalmazkodás a parazitizmusához:	
C) Alkalmazkodás a ragadozáshoz	
D) Alkalmazkodás a szimbiotróf táplálkozáshoz	
E) Alkalmazkodás a kedvezőtlen körülményekhez	

1. Appresszórium
2. Arbuszkulumok
3. Vezikulomok
4. Gonglidiumok
5. Gyűrűs fogóhifa
6. Hálós fogóhifa

7. Hausztóriumok
8. Hurok fogóhifa
9. Klamidospórák
10. Nodulák
11. Perforáló testek
12. Rhizoidák
13. Sztolonok

Feladat 2. Párosító. Gombák hifa módosulásai. Válassza ki a módosulások megfelelő leírásait. Tüntesse fel a megfelelő számokat a fogalmak mellett.

Hausztóriumok ____	4) gömbszerű micélium csomók, szimbiotrof gombáknál alakulnak ki a termeszek táplálására.
Vezikulumok ____	5) nagy, vastag-falú sejtek vagy sejtkomplexumok, amelyek a kedvezőtlen feltételek túlélését biztosítják. Néha a szaporodást biztosító spórákon is kialakulnak.
Appresszórium ____	6) bunkószerű egysejtű képződmények, tápanyagok (fehérjék és lipidek) készleteit tartalmazzák. Általában gömbszerű golyó-bromáciumokba vannak összegyűjtve. Azon levélvágó hangyák táplálását szolgálják, akik a gombát táplálékkal lássák el
Rhizoidák ____	7) a lipideket tároló hólyagok.
Stolonok ____	8) erősen elágazó hifák – hasonlóan a hausztóriumokhoz működnek biztosítva a gomba táplálkozását.
Perforáló testek ____	9) gyökérszerű hifák, csoportosan alakulnak ki a szubsztrátum felszínén és a micélium kapaszkodását biztosítják
Arbuszkulumok ____	10) tapadókorong, a hifák oldalsó kinövésein alakulnak ki és a micélium megtapadását biztosítják a gazdanövényen.
Gonglidiumok ____	11) a fitopatogén gombák fő tápláló struktúrái. Elágazások, amelyek a gazdasejttel vannak kapcsolatban és kiszívják belőle a tápláló anyagokat.
Klamidospórák ____	12) micéliális gombák alkalmazkodása a felszíni parazitizmushoz a soksejtű állatokon (Ascomycota – tömlősgombák)
Nodulák ____	13) hosszú nem-elágazó hifák, a micélium gyors terjedését biztosítják.

4. Párosító. Gomba „szervek” típusai. Válassza ki a szervek megfelelő leírásait. Tüntesse fel a megfelelő számokat a fogalmak mellett:

A) Rhizomorfák ____	1) a zuzmók thalluszának cilindres fotoszintetizáló kinövései. A termőtestek (apotéciumok) szárából származnak.
B) Pszeudoszkleróciumok ____	2) gyökérszerű kinövések, egyes zuzmók talluszát rögzítik a szubsztrátumhoz
C) Podéciumok ____	3) gumószerű védőburokkal ellátót szervek. Főleg a tél túlélését szolgálják.
D) Fillokládium ____	4) a zuzmók thalluszának kinövései, ahol a fotoszintetizáló cianobaktériumok élnek
E) Cefalódiumok ____	5) a szubsztrátum belsejében való terjedést és táplálkozást biztosítják (főleg fában)
F) Rhizinák ____	6) apró levélszerű kinövések a zuzmók thalluszán, a fotoszintetizáló felület növelését biztosítják
G) Szkleróciumok ____	7) gumószerű szervek, külső védőburok nélkül. A gazda-szervezet szöveteinek lecserélésével alakulnak ki (<i>Monilinia</i>)

Feladat 3. Párosító. A gomba „szervek” osztályozása:

- A) Szubsztrátum kolonizációját szolgáló szervek
- B) A fotoszintézis szervei
- C) Kapaszkodó szervek
- D) A nitrogénfixáció szervei
- E) A kedvezőtlen életfeltételek átélése

- 1) Fillokládium
- 2) Szklerócium
- 3) Cefalódium
- 4) Rhizomorfa
- 5) Pszeudoszklerócium
- 6) Podécium
- 7) Rhizina

TÉMA 4. GOMBÁK IVARTALAN SZAPORODÁSA /

ТЕМА 4. БЕЗСТАТЕБЕ РОЗМНОЖЕННЯ ГРИБІВ

Az ivartalan spórákon belüli sejtmagok **mitotikus** osztódással jönnek létre, így a spórák a szülő micélium klónjai. *A spóráképződés legegyszerűbb mechanizmusa az előre kialakított micélium differenciálódása.* Az így keletkezett spórákat **tallospóráknak** nevezzük. A tallospóráknak két kategóriája van: az **arthrospórák** a hifák septumokkal elválasztott rekeszekre való feldarabolásával jönnek létre, és a hifális rekesz sejtfalának megvastagodása révén **chlamydospóra** (kitartó jellegű) képződik.

A **sporangiospórák** ivartalan spórák, amelyek egy burokkal körülvett sporangium belsejében képződnek. A sporangiospórák közé tartoznak a járomspórásgombák (Zygomycota) spórái, amelyek az érett sporangiumfal felhasadása révén kerülnek a levegőbe, valamint a rajzospórás gombák (Chytridiomycota) mozgékony *zoospórái*, amelyek a zoosporangiumokból kerülnek vízbe.

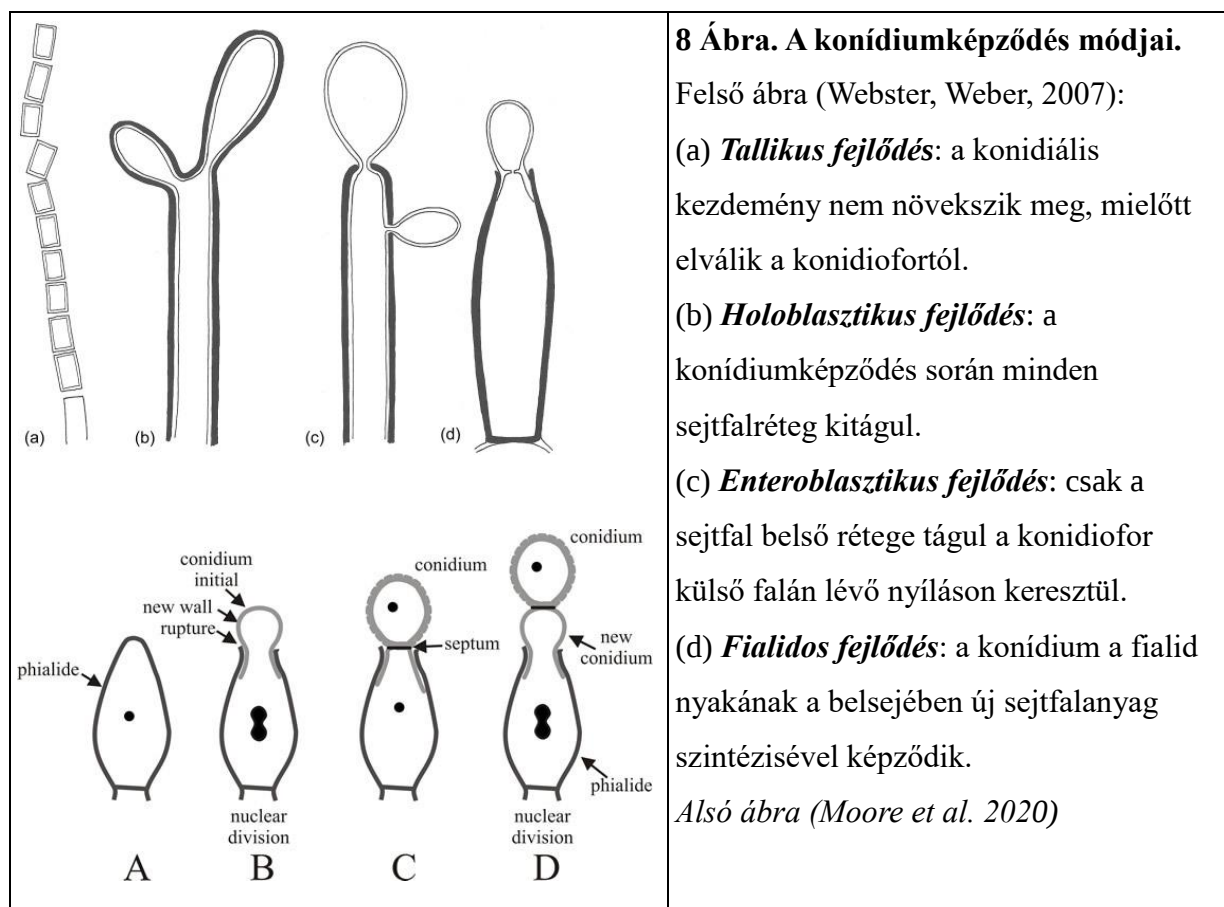
A száron keletkező ivartalan spórákat **konídiumoknak** nevezik. A kondióspóra fejlődési mechanizmusa – **konidiogenezis**. A konídiumok *kondidiogén sejtekből* keletkeznek.

A konidiogenezis nagyon fontos a klinikai és mezőgazdasági jelentőségű gombák szaporodásában. A konídiumos gombákon végzett elektronmikroszkópos vizsgálatok sokféle fejlődési mechanizmust dokumentáltak (több mint 40-et írtak le). A legtöbb konídium a **konidiofóroknak** nevezett száron képződik. A konidiofór csúcsán, vagy a konidiofor főtengeletétől induló elágazásokon, egyedi spórák vagy spóraláncok fejlődnek. A spóraláncok különböző módon képződnek. A konidiofór szegmentációja többszörös, egymáshoz közel elhelyezkedő szeptum kialakulásával spórákat hoz létre a konidiofor meglévő szerkezetéből. Más gombák a konidioforok szabad végeiből és a konidiofor ágakból alkotnak láncokat.

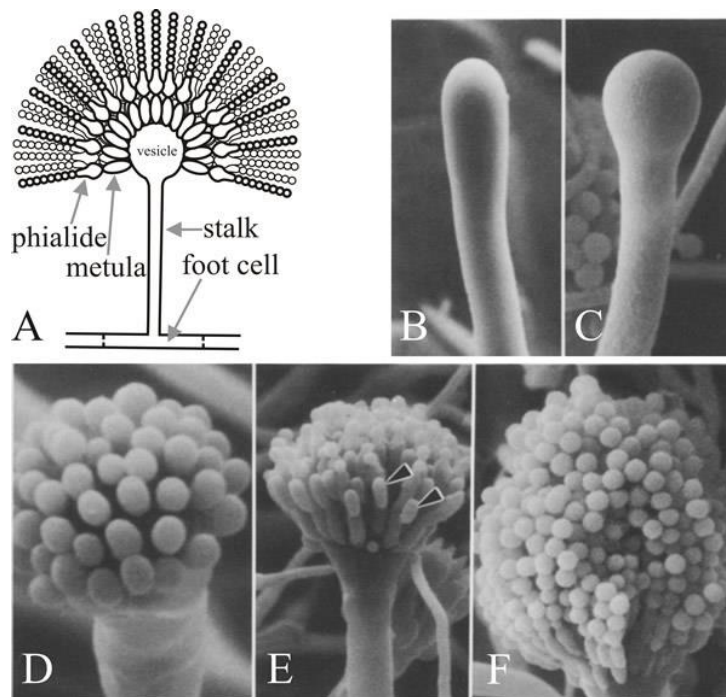
A spórák *megduzzadhatnak*, mielőtt leválnak a többi sejttől egy szeptum képződésével (ezt **blasztikus** fejlődésnek nevezik), vagy *elkülönülhetnek előzetes tágalás nélkül (tallikus)* (8. ábra). A láncok kétféleképpen alakulhatnak ki – a legfiatalabb spórákkal a tövénél (*bazipetális elrendezés*) vagy a legfiatalabb spórával a csúcson (*akropetális*). A variációk határtalanok.

Az *Aspergillus nidulans* konidiospórái speciális légi hifákon, a konidioforokon keletkeznek. Az *A. nidulans* felszíni tenyészetin a konídiumok képződése körülbelül 16 órás hifanövekedés után következik be. A vegetatív növekedésnek erre az időszakra van szükség ahhoz, hogy a sejtek alkalmassá váljanak az indukciós folyamatra, amely levegőnek való kitettséget igényel, és valószínűleg a levegő-víz határfelületeken bekövetkező sejtfelszíni

változásokra adott reakció. Az indukció után egyes micéliumhifák légi ágakat hoznak létre, amelyek konidioforszárákká válnak.



Az a sejt, amelyből az ág kilép, a konidiofor lábsejt (foot cell), amely úgy különböztethető meg a többi vegetatív sejttől, hogy az eredeti falának belső oldalán barna pigmentált másodlagos fal van megvastagodva. A szár apikálisan (csúcsával) növekszik, amíg el nem éri a körülbelül 100 μm hosszát, amikor a csúcs megduzzad, és körülbelül 10 μm átmérőjű konidiofor vezikulát képez. A számos primer (elsődleges) egyrétegű kinövések (**metulák**), majd a vezikulumból rügyek, a szekunder (másodlagos) sterigmák pedig, a phialidok, a metulák szabadon lévő csúcsaiból rügyeznek. A phialidok azok az összejtek, amelyek ezt követően ismétlődő aszimmetrikus osztódáson mennek keresztül, és körülbelül 3 μm átmérőjű enteroblaszt konídiumok hosszú láncait alkotják (9 Ábra).



9. Ábra. Az *Aspergillus nidulans* konidioforjának felépítése és fejlődése (Moore et al., 2019).

A – az érett konidiofor szerkezetének diagramos illusztrációja.

B-től F-ig – pásztázó elektronmikroszkópos felvételek a konidímképzés különböző szakaszairól: B – Fiatal konidioforszár közvetlenül a hólyagképződés előtt; C – Fejlődő vezikulum a konidiofor csúcsán; D – Fejlődő metulák; E – Fejlődő phialidok (nyílhegyek); F – Érett konidiofor csúcsa, amely számos konídiumláncot tartalmaz.

Feladat 1. A konídium képződés módjai. Párosító.

A. Fialidos fejlődés	1) a konídium képződés során minden sejtfalréteg kitágul	A. -
B. Thallikus fejlődés	2) csak a sejtfal belső rétege tágul a konidiofor külső falán lévő nyíláson keresztül	B. -
C. Holoblasztikus fejlődés	3) a konidiális kezdemény nem növekszik meg, mielőtt elválik a konidiofortól	C. -
D. Enteroblasztikus fejlődés	4) a konídium a fialid nyakának a belsejében új sejtfalanyag szintézisével képződik.	D. -

PENÉSZGOMBÁK (*ASPERGILLUS* SP., *PENICILLIUM* SP.) JELLEMZÉSE

***Aspergillus* sp.** Az *Aspergillus* az Ascomycetes gombák nemzetsége, amely gyakran megtalálható a talajban és más környezetben, különösen szerves anyagokon. Körülbelül 300 azonosított penészfajból áll. Az *Aspergillus* fajok többsége ivartalanul szaporodik, ivartalan spórák képződésével.

Az *Aspergillus* fajok nagy ipari jelentőséggel bírnak. Óriási jelentőségük van a kereskedelmi méretű szerves sav- és enzimgyártásban. A citromsav az egyik legfontosabb szerves sav, amelyet az *A. niger* termel. A globális citromsavtermelés több mint 99%-a az *Aspergillus* gombafajok felhasználásával történik. A fermentációs folyamat során az *Aspergillus* fajok olyan enzimeket szintetizálnak, mint a glükóz-oxidáz, lizozim, amilázok, pektinázok, proteázok és laktáz, és hasznos az iparban enzimek kereskedelmi méretekben történő előállítása során.

Ezenkívül az *Aspergillus* fajok hasznosak biológiai adszorbensként a szennyvízminták méregtelenítésére és színtelenítésére. Hasznosak továbbá a xenobiotikumok biotranszformációjában, a bioremediációban és sejtfehérjeként takarmányozáshoz. Nemcsak ezek, hanem egyes *Aspergillus* fajok is potenciális biotrágyaként működnek, ami növelheti a talaj tápanyagtartalmát.

Az *Aspergillus* fajok többsége kevésbé káros. Egyes fajok azonban aspergillózist, tüdőgyulladást, otomycózist, bőrfertőzéseket, tüdőbetegséget stb. okoznak.

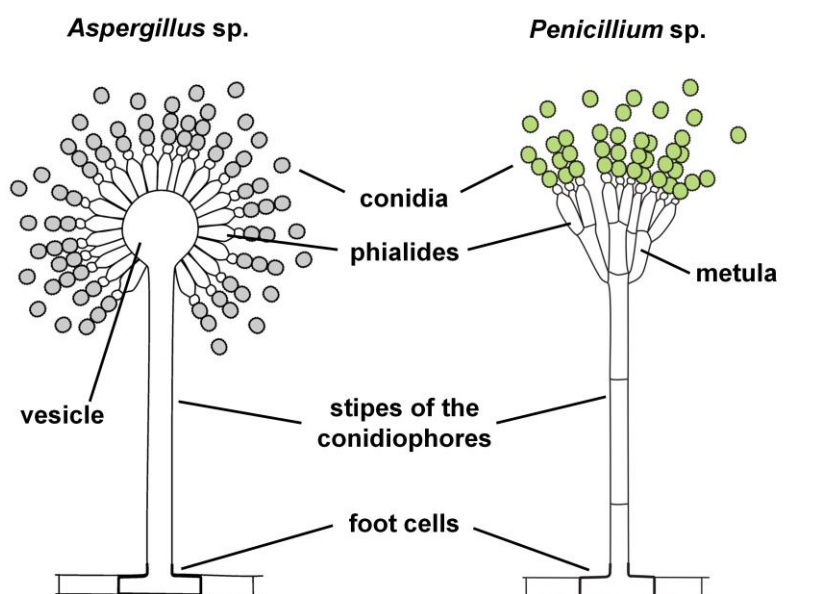
***Penicillium* sp.** A *Penicillium* nemzetség az Ascomycetes gombákhoz tartozik. Az *Aspergillus*hoz hasonlóan a *Penicillium* fajok is mindenhol jelen vannak a környezetben. A legtöbb *Penicillium* faj növénynövekedést serkentő gomba, amely fokozza a növények növekedését. Ezenkívül a *Penicillium* spp növeli a peronoszpóra-betegséggel szembeni ellenállást.

Egyes *Penicillium* fajok hatékony celluláztermelők süllyesztett fermentáció alatt. Ennélfogva a *Penicillium* fajok nagyobb potenciált mutatnak a cellulóz biomassza hatékony biokonverziójában bioüzemanyaggá és biokémiai anyagokká, hogy a fosszilis tüzelőanyagokat enzimes hidrolízissel helyettesítsék. A *P. echinulatum* és a *P. oxalicum* képes a β -glükózidáz enzim termelésére, amely nélkülözhetetlen a biomassza alapú bioüzemanyag-iparban. A *P. oxalicum*ról kimutatták, hogy hatékony foszfátoldó gomba és potenciális

biotrágya. Ezen túlmenően a *Penicillium* fajok biokontroll szerként is működhetnek a gyökér- és koronarothadás kórokozójának, a *Fusarium oxysporum*nak a növekedésében.

Bár a *Penicillium* fajokról nem ismert, hogy invazív betegségeket okoznának, növényi betegségeket okoznak. Például a *P. oxalicum*ról számoltak be Mexikóban a paradicsom kékpenészének kórokozójaként.

Az *Aspergillus* konidioforok nem szeptált és el nem ágazó szárak, míg a *Penicillium* konidioforok szeptált és elágazó kefeszzerű struktúrák. Tehát ez a legfontosabb különbség az *Aspergillus* és a *Penicillium* között. Ezenkívül az *Aspergillus* fajok színe a zöldtől, sárgától, barnától a feketéig terjed, míg a *Penicillium* fajok többnyire kék színűek.



© M. Piepenbring, CC BY-SA

10 Ábra. Az *Aspergillus* sp. és a *Penicillium* sp. felépítése (M. Piepenbring)

Feladat 1. A 10. ábra alapján válaszolja meg mi a különbség az *Aspergillus* és a *Penicillium* konídiumai között?

1) Milyen konídiofora van az *Aspergillus*-nak:

tagolt _____ nem tagolt _____

2) az *Aspergillus* konídiumán kialakul?

Metula _____ Vezikulum _____

3) Milyen gomba törzshöz tartoznak az adott nemzetségek _____

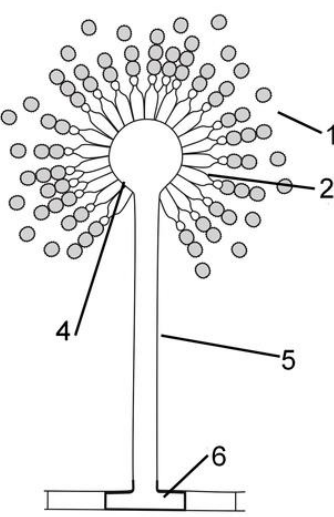
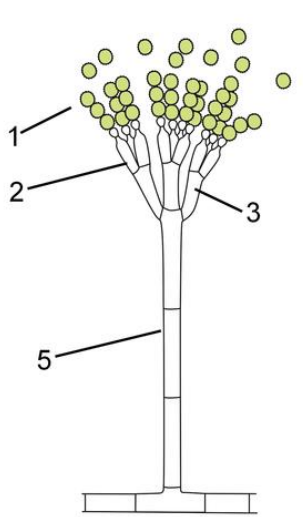
4) Sorolja fel a különbségeket a két faj között:

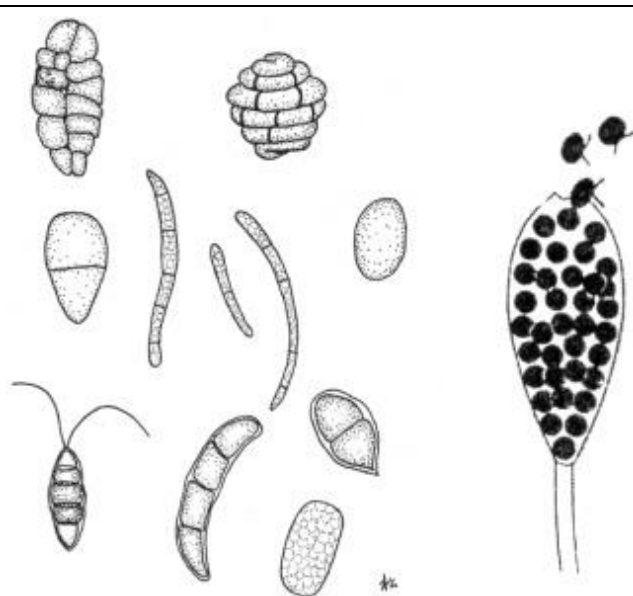
Feladat 2. Az *Aspergillus* és a *Penicillium* leírása alapján sorolja fel a két faj közti hasonlóságokat:

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____

Feladat 3.: Az *Aspergillus* és a *Penicillium* jellemzése alapján töltse ki a táblázatot.

	<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>
Előfordulása		
Szín		
Konídiofor		
Betegségek okozója (magas vagy alacsony szintű)		
Antibiotikum termelés		

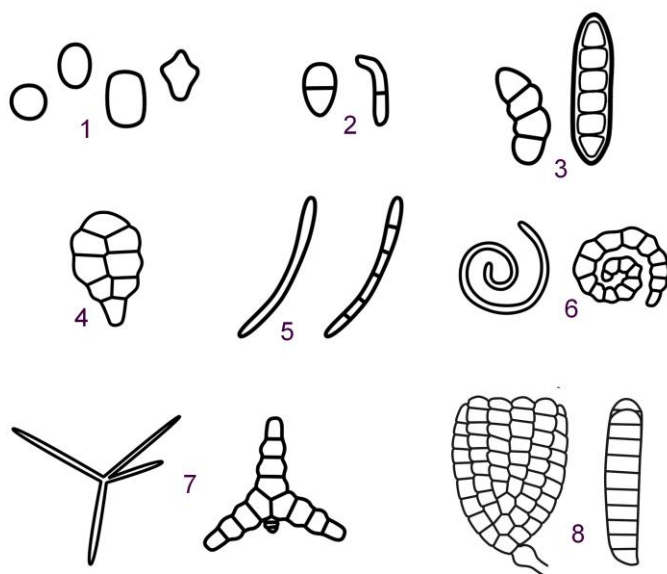
<i>Aspergillus sp.</i>  <i>Penicillium sp.</i>  © M. Piepenbring, CC BY-SA	Feladat 4. Írja alá az ábra elemeit: 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 -
--	--



11. Ábra. A gombák ivartalan spórái.

Feladat 5: Határozza meg milyen spórákat ábrázol a rajz (használja az előadást vagy más forrásokat). Számozza meg a spórákat és jegyezze be a típust.

- 1 -
- 2 -
- 3 -
- 4 -
- 5 -
- 6 -
- 7 -
- 8 -
- 9 -
- 10 -



© M. Piepenbring, CC BY-SA

12. Ábra. Gombák spóra típusai (M. Piepenbring)

Feladat 6. Milyen típusú konídiumokat ábrázol a 12. ábra? Párosítsa a számokkal a megfelelő konídium típust:

a) helikokonidia (helikospóra)	1 –
b) diktiokonidia (diktióspóra)	2 –
c) amerokonidia (amerospóra)	3 –
d) fragmokonidia	4 –
e) skolekokonidia	5 –
f) didymokonidia	6 –
g) staurokonidia	7 –
h) cheirokonidia	8 -

Feladat 7. Mikroszkóp segítségével tanulmányozza a citromon előforduló penészgombát.

7.1. Készítsen ideiglenes mikroszkóp preparátumot a citromon előforduló penészgombáról.

1) Preparáló tűvel óvatosan kaparjon le vagy vigyázva rázzon rá a tárgylemezre a penészes citrom felszínéről néhány spórát.

2) Tegye a tárgylemez közepére, adjon hozzá egy laktofenol cseppet és takarja le fedőlemezzel.

3) Tanulmányozza a preparátumot x10, x40 és x100 nagyítások alatt.

4) Készítsen felvételt és töltsse fel a gyakorlati feladattal együtt.

7.2. Készítsen leírást a spóráról az 1 táblázat alapján.

7.3. Állapítsa meg melyik nemzetséghez (*Aspergillus* vagy *Penicillium*) tartozik a vizsgált penészgomba faj?

7.4. Készítsen rajzot vagy fényképet a kapott preparátumról.

7.5. Nézzon utána, hogy a nemzetségből milyen faj táplálkozik a citrommal? Írja ki a faj nevét.

**TÉMA 5. IVARTALAN SZAPORÍTÓ SZERVEK – KONÍDIOMOK. NÖVÉNY-
PATOGEN GOMBÁK / ТЕМА 5. ОРГАНИ БЕЗСТАТЕВОГО РОЗМНОЖЕННЯ.
КОНІДИОМИ. ФІТОПАТОГЕННІ ГРИБИ.**

Konidiom – átermőtest (*pszeudokarpium*), specializált struktúra, nagyszámú *konidiogén* sejtet, tápláló és védő plektenchima szöveteket tartalmaz. A konidiomokón konídiumok (ivartalan spórák) képződnek (**13. ábra**).

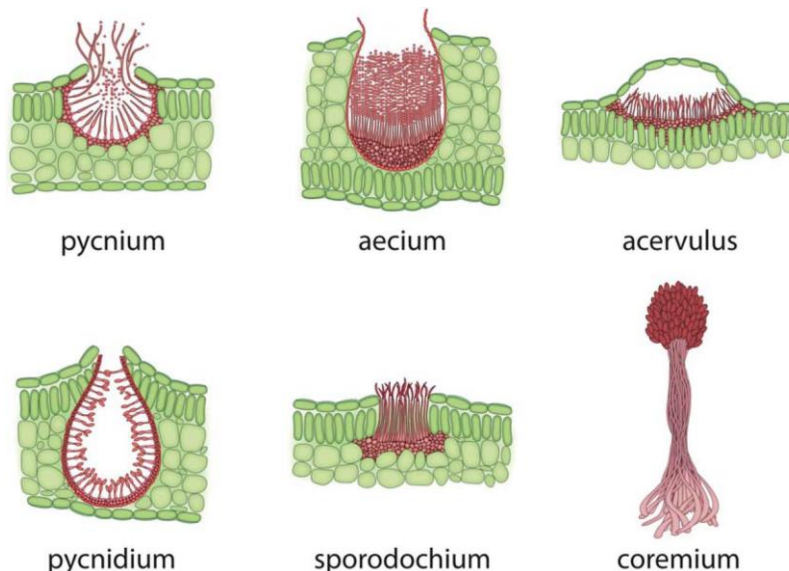
Konidiomok típusai:

1) Receptákulum – konídiumokat képez a külső felszínén:

- korémium (*Penicillium* sp.)
- spórodóchium (*Nectria* sp.)
- acervulus (*Gloeosporium* sp.). A Rozsdagombák (*Puccinia* sp.) acervulumai: *aeciumok* (aecióspórák ágyazata), *uredíniák* (uredióspórák ágyazata), *téliák* (téliospórák ágyazata).

2) Konceptákulum – konídiumokat képeznek a belső üregben:

- kupula (*Dinemasporium* sp.)
- piknótíria (*Tubakia* sp.)
- piknidium (*Septoria* sp.)
- pszeudópiknidium (*Camarographium* sp.)



13. Ábra. A Pucciniomycotina (pycnium, aecium) és az Ascomycota (acervulus, pycnidium, sporodochium, coremium = synnemata) gombák pszeudokarpiumai.

Ezeknek a struktúráknak, az alakja és mérete genetikailag meghatározott, valamint szorosan integrált fejlődési programja van. A növényi szövet zöld árnyalatú. (Nagy, Krizsán, 2017)

NÖVÉNYPATOGÉN GOMBÁK.

1. Rozsdagombák. A rozsdagombák (*Pucciniomycetes*) a bazídiumos gombák törzsébe tartozó, közel 5000 obligát növényparazita fajt magába foglaló osztály, amely mintegy 100 nemzetségre tagolódik. Fajai elsősorban harasztokon, túlevelűeken vagy zárvatermőkön élőködnek. Az evolúció során nagyon korán kialakult gombacsoport, hiszen már a karbon kortól ismertek fossziliái (ősi harasztokon találták meg őket először).

Sok különleges tulajdonságuk azzal magyarázható, hogy gazdanövényeik életmódjához, életciklusához erősen alkalmazkodtak. Hifáik harántfalán nem alakul ki dolipórus, csupán egyszerű pórusaik vannak. Termőtestet nem fejlesztenek. Életciklusuk során többféle spóraalakot képeznek. Sokuk fejlődésmenete során gazdacseré és ahhoz kapcsolódó magfázisváltás figyelhető meg. Egyedfejlődésük valamennyi rájuk jellemző spóraalakot kifejező formája **makrociklikus** fejlődésmenetnek nevezzük. Ha azonban egyik-másik spóraalak kialakulása elmarad (ez gyakran megtörténik szélsőséges környezeti viszonyok között, például magas hegységekben élő fajokon), **mikrociklikus** a fejlődésmenet. A mikrociklikus fejlődésmenetű fajokat fejlődéstörténetileg fiatalabbnak tekintjük, mint a teljes fejlődésmenetűeket. Minden faj vegetatív telepének fonalvégein teleutospórák vagy teliospórák képződnek. Áttelelés után bennük következik be a kariogámia, majd azonnal a meiotikus sejtosztódás. Ezt követően többnyire egyetlen, de legfőljebb néhány sejtből álló fonal hajt ki belőlük, amit **metabazídiumnak** vagy **promicéliumnak** nevezünk (az utóbbi név megtévesztő, hiszen a micéliumot fonalak sokasága alkotja). Ennek csúcsán differenciálódik az általában négysejtű bazídium, amelynek minden sejtjéből egy vagy több bazídiospóra fűződik le. A gazdacserével fejlődő fajok magpáros és diploid életszakasza a fő gazdán, haploid életszakasza pedig az ún. köztesgazdán megy végbe. A gazdanövény és a közti-gazda között általában nincs rokoni kapcsolat.

Feladat 1.: A 14. ábra alapján válaszoljon a kérdésekre.

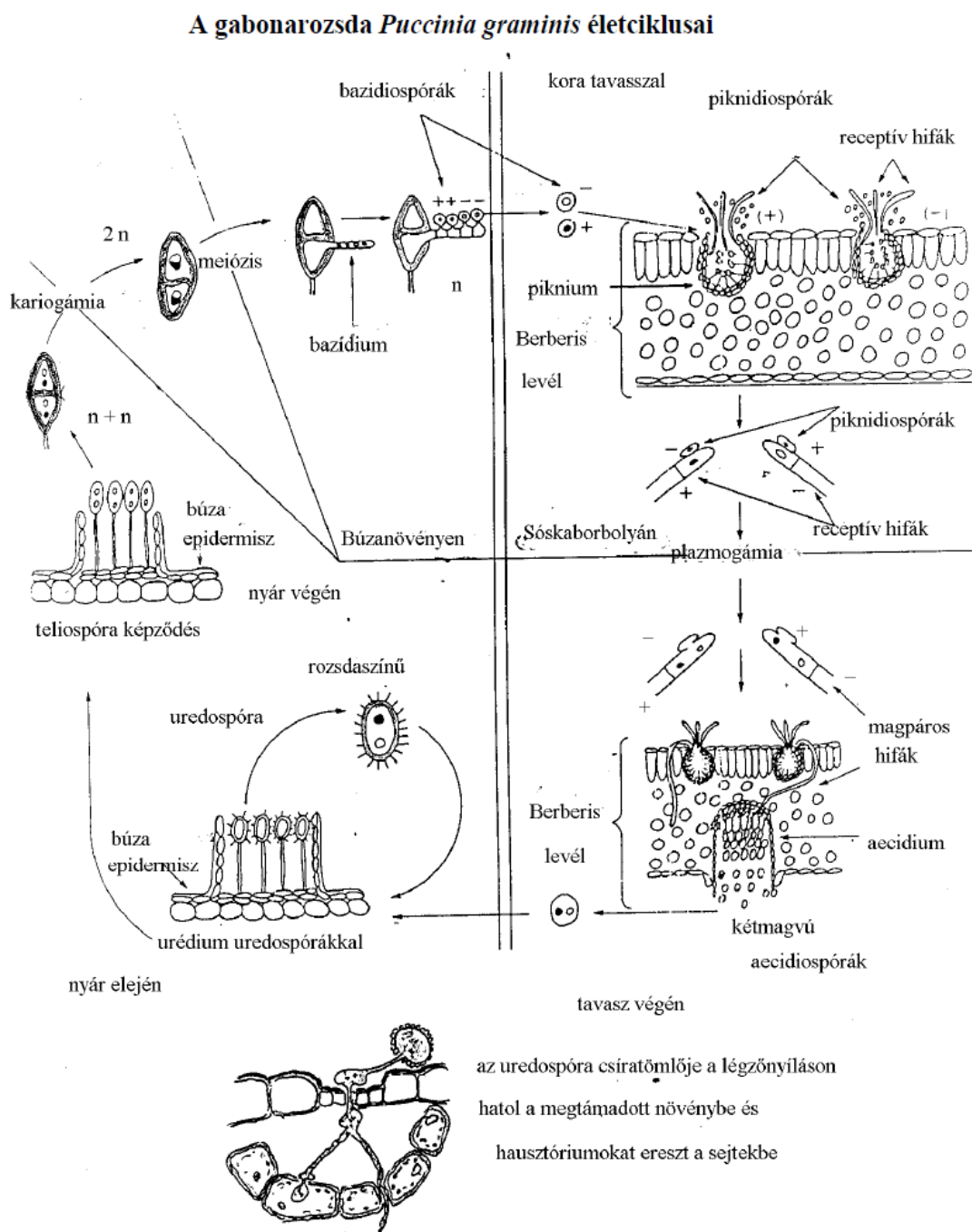
Az ábrán a gabonarozsda (*Puccinia graminis*) életciklusa van ábrázolva egy köztes gazdával – a sóskaborbolyával (*Berberis vulgaris*).

1. Mikor alakulnak ki a bazidióspórák?
2. Melyik évszakra jellemző az uredospórák kialakulása?
3. Milyen spórák alakulnak ki a sóskaborbolyán?
4. Milyen növényen alakulnak ki a teliospórák?
5. Melyik spóra típushoz tartozik a rozsdaszínű spóra?

6. Melyik spóra típushoz tartoznak a levél felszínén kialakuló spóra (-ák)?
7. Melyik spóra típushoz tartoznak a levél alsó oldalán fejlődő spóra (-ák)?

8. Írja ki a fajra jellemző spóratípusokat:

- 1) _____ 2) _____
- 3) _____ 4) _____
- 5) _____



14. Ábra. A gabonarozsda (*Puccinia graminis*) életciklusa.

Feladat 2. Készítsen ideiglenes mikroszkóp preparátumot a tippán (*Agrostis* sp.) levelén előforduló *Puccinia* fajból.

- 1) Preparáló tűvel óvatosan kaparjon le a fertőzött tippán levélről néhány spórát.
- 2) Tegye a tárgylemez közepére, adjon hozzá egy laktófenol cseppet és takarja le fedőlemezzel.
- 3) Tanulmányozza a preparátumot $\times 10$, $\times 40$ és $\times 100$ nagyítások alatt.
- 4) Készítsen felvételt és töltsse fel a gyakorlati feladattal együtt.

Feladat 3. Készítsen leírást a spóráról az 1 táblázat alapján.

1 Táblázat

Konídiumok morfológiai osztályozása		
<i>Alak szerint:</i>	<i>Tagoltságuk szerint (sejtek száma):</i>	<i>Melanizáció szerint:</i>
gömbölyű (spheroconidia) ellipszoid, orsó alakú (fusiform) bunkó alakú (clavate) lencse alakú (lenticular) hengeres (cylindrical) fonalszerű (scolecoconidia) tekeredett (helicoconidia) kinyúló karokkal ellátott (stauroconidia)	egysejtű (ameroconidia) kétsejtű (didymoconidia) két-több harántirányú szeptummal tagolt (phragmoconidia) hosszában és keresztben is tagolt (dictyoconidia)	színtelen (hyalokonidium) sötét (phaeokonidium).

2. RÓZSALEVÉLEN - *PHRAGMIDIUM* SP.

Domain: Eukaryota

Kingdom: Fungi

Division: Basidiomycota

Class: Pucciniomycetes

Order: Pucciniales - Rózsdagombák

Family: Phragmidiaceae

Genus: *Phragmidium* Link (1815)

Feladat 4.

4.1. Készítsen ideiglenes preparátumot a rózsalevélen előforduló *Phragmidium* fajból.

- 1) Preparáló tűvel óvatosan kaparjon le a fertőzött rózsalevélről néhány spórát.
- 2) Tegye a tárgylemez közepére, adjon hozzá egy laktófenol cseppet és takarja le fedőlemezzel.
- 3) Tanulmányozza a preparátumot x10, x40 és x100 nagyítások alatt.
- 4) Készítsen felvételt és töltsse fel a gyakorlati feladattal együtt.

Feladat 5. Készítsen leírást a spórákról az 1 táblázat alapján.

Kérdés 1. Melyik a rozsdagombákra jellemző spóratípushoz tartozik a tanulmányozott spóra?

Kérdés 2. Milyen ivarszerven képződnek a narancsszínű spórák?

Feladat 6. Nézzon utána milyen *Phragmidium* faj élőszkodik a rózsákon.

3. HAMVAS SZEDER (*RUBUS CAESIUS*) – *PHRAGMIDIUM VIOLACEUM*

A *Phragmidium violaceum* Európában, Afrikában és a Közel-Keleten honos növényi kórokozó. Elsősorban a *Rubus*-fajokat fertőzi.

A *piknidiumok* epifilek (levél felszínén), tömött csoportok formájában láthatók a sötétlila vagy vöröses színű levélfoltok halványabb közepén, félgömb alakúak. A *piknidióspórák* (*piknióspórák*) tojásdadok.

Aeciák a hipofilak (levél alsó oldalán) vagy a szárazon találhatók, gyakran gyűrűkben a *spermogóniák* (*piknidiumok*) körül, 5 mm átmérőig (nagyobbak és hosszabbak a levélnyélen és az idegeken), narancssárgák, egyenes vagy enyhén megnyúltak, parafizisekkel körülvéve. *Aeciospórák* 19-30 x 17-24 µm, nagyjából hengeres vagy ellipszoid alakúak, sárgák.

Az *urediniák* többnyire hipofilak, elszórtan helyezkednek el, nagyon kicsik (250 µm-nél kisebb átmérőjűek), narancssárgák. *Urediniospórák* - gömbölydedtől az ellipszoidig terjedő alakúak, sárgák.

Teliák hipofilak, elszórtan helyezkednek el, feketék. *Teliospórák* - hengerek, általában 4 sejtesek, de némelyik 2-5 sejtes, a szeptumoknál kissé összeszűkülnek, a csúcs lekerekített, az alap lekerekített, sötétbarna, a falon elszórtan apró szemölcsök, minden sejtben 2-4 pórus.

Feladat 7. Mikroszkóp segítségével tanulmányozza a szeder levelén található

Phragmidium fajt.

7.1. Készítsen ideiglenes spóra preparátumot.

- 1) Preparáló tűvel óvatosan kaparjon le a fertőzött levélről vagy vigyázva rázza rá a tárgylemezre néhány spórát.
- 2) Tegye a tárgylemez közepére, adjon hozzá egy laktófenol cseppet és takarja le fedőlemezzel.
- 3) Tanulmányozza a preparátumot x10, x40 és x100 nagyítások alatt.
- 4) Készítsen felvételt és töltsse fel a gyakorlati feladattal együtt.

7.2. Készítsen leírást a spóráról az 1 táblázat alapján.

Kérdések:

1. Milyen ivarszerven (pszeudokarpiumon) képződnek ezek a spórák?
2. A rozsdagombákra jellemző spóratípusok közül melyikhez tartoznak a tanulmányozott *Phragmidium* spórák?

4. PETREZSELYEM – SEPTORIA SP.

Kingdom: Fungi

Phylum: Ascomycota

Subphylum: Pezizomycotina

Class: Dothideomycetes

Subclass: Dothideomycetidae

Order: Capnodiales

Family: Mycosphaerellaceae

Genus: Septoria

Subject: Septoria _____

A *Septoria* piknídiumokat képző tömlősgomba, amely számos levélfoltossági betegséget okoz a szántóföldi növényeken, takarmányokon és számos zöldségféléen, beleértve a paradicsomot is. A nemzetség széles körben elterjedt, és becslések szerint 1072 fajt tartalmaz. A **piknídiumok** túszerű **piknídiumspórákat** termelnek.

A *Septoria apiicola* a zeller késői foltosságát okozza. Jellemzője a *konídiumok* termelése a piknídiumokon belül. A tünetek közé tartoznak a klorotikus foltok, amelyek barnává és nekrotikussá válnak. A *Septoria apiicola* a vetőmagokon is fennmaradhat.

Feladat 8.

8.1. Mikroszkóp segítségével tanulmányozza a petrezselyem levelén található *Septoria* fajt.

8.2. Készítsen ideiglenes spóra preparátumot.

- 1) Rázzon Preparáló tűvel óvatosan kaparjon le a fertőzött levélről vagy vigyázva rázzon rá a tárgylemezre néhány spórát.*
- 2) Tegye a tárgylemez közepére, adjon hozzá egy laktófenol cseppet és takarja le fedőlemezzel.*
- 3) Tanulmányozza a preparátumot x10, x40 és x100 nagyítások alatt.*
- 4) Készítsen felvételt és töltsse fel a gyakorlati feladattal együtt.*

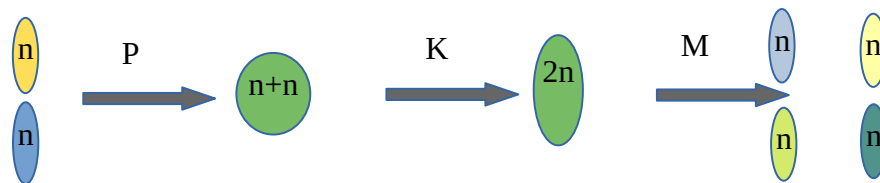
8.3. Készítsen leírást a spóráról az 1 táblázat alapján.

8.4. Milyen ivarszerven (pszeudokarpiumon) képződnek ezek a spórák?

TÉMA 6. GOMBÁK IVAROS SZAPORODÁSA /

ТЕМА 6. СТАТЕВЕ РОЗМНОЖЕННЯ ГРИБІВ

A gombák ivaros szaporodása két haploid (n) gombasejt összeolvadása által megy végbe. Első szakaszban csak a citoplazmák egyesülnek (*Plazmogámia*), a két sejtmag egy sejtbe kerül és kialakul a két sejtmagvú (*dikariotikus*) sejt, amely tovább osztódik és növekszik (*dikariotikus hifa*). Az ivaros szaporodás spórái az ivaros termőtestben képződnek, ahol a hifák végén kialakul a sporangium, itt megtörténik a sejtmagok összeolvadása (*kariogámia*) ($2n$). Ezután a diploid zigóta meiotikusan osztódik és kialakulnak a haploid (n) spórák (15. ábra). **A gombáknál ezek a folyamatok nem egymás után történnek, hanem különböző időben.** A haploid spórából egy haploid telep (pl. hifa) csírázik ki.



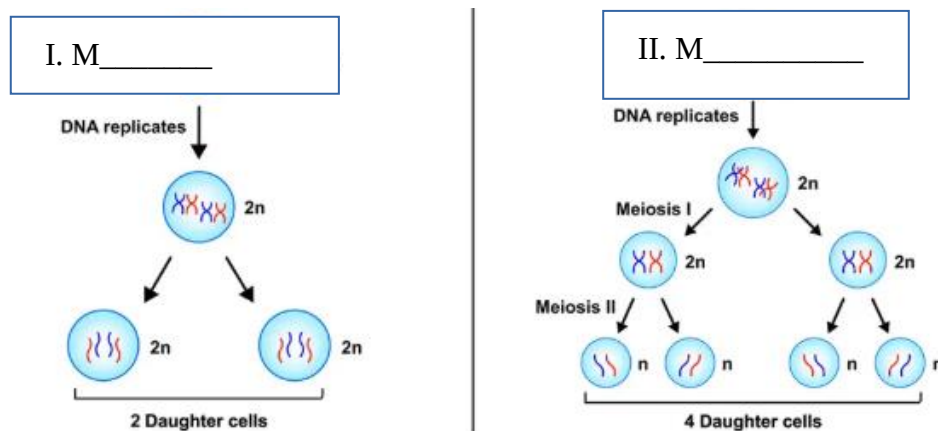
15. ábra. A gombák ivaros szaporodásának szakaszai:

Plazmogámia (P) - a citoplazmák összeolvadása;

Kariogámia (K) – a sejtmagok összeolvadása (a zigóta ($2n$) kialakulása);

Meiosis (M) – haploid (n) sejt kialakulása.

Feladat 1. Milyen osztódást ábrázolnak a rajzok? Tüntesse fel a feliratokat.



Feladat 2. Párosítás:

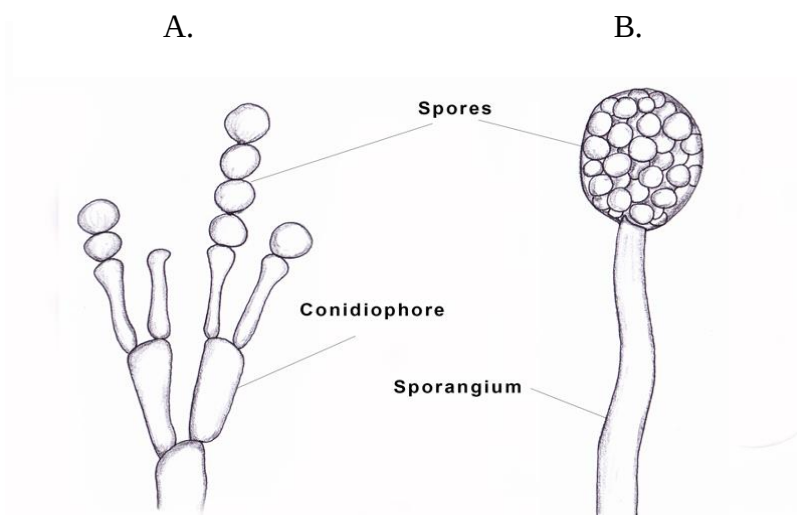
- 1) Meiozis ____
- 2) Mitozis ____
- A) Ivartalan szaporodás
- B) Ivaros szaporodás

Feladat 3. Válassza ki a kariogámiát leíró mondatot.

- 1) dikariotikus sejt ($n+n$) kialakulása
- 2) diploid sejt (zigóta $2n$) kialakulása
- 3) haploid sejt (n) (spóra) kialakulása

2. A 17. ábra alapján jelölje be a spóráképződés típusát.

Spóráképződés	Sporangium	Konídium
Exogén		
Endogén		



17. Ábra. A gombák spóráképző struktúrái (balra – konídium, jobbra – sporangium).

TÉMA 7. LICHENIZÁLT GOMBÁK – ZUZMÓK / ТЕМА 7. ЛИХЕНІЗОВАНІ ГРИБИ – ЛИШАЙНИКИ

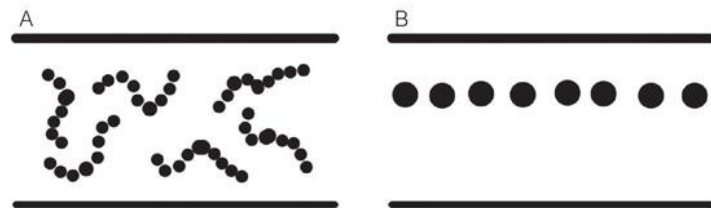
A zuzmók legalább két, eltérő rendszertani besorolású – mikobionta (*Tömlös gombák* (*Ascomycota*) és kisebb arányban *Bazidiumos gombák* (*Basidiomycota*)) és fotobionta (zöld moszatok vagy cianobaktériumok) – partnerből álló összetett, teleptestű, poikilohidrikus élőlények.

Feladat 1. Zuzmótelepek

típusai. Párosító:

1) egynemű zuzmótelep ____

2) rétegzett zuzmótelep ____



Zuzmótelepek keresztmetszeti képe vázlatosan

a) Heteromer telep ____

b) Homomer telep ____

Feladat 2. Zuzmók szerkezete. Párosító:

A. Felső kéregréteg ____	1. A kéregréteg alatt koncentrálnak a gombafonalakkal bevont fotobionta sejtek, amelyeket korábban gonídiumoknak neveztek. Természetszerűleg itt találhatóak a hausztóriumok.
B. Fotoszintetizáló ("gonidiális") réteg ____	2. A telep fonákát tömött hifákból álló réteg határolhatja, amely az alzattal (pl. fakéreg, talaj, közet) tart kapcsolatot. Bizonyos zuzmók teljes alsó felszínükön érintkeznek az alzattal, követik annak kisebb-nagyobb egyenetlenségeit. Mások rögzítő függelékek, képletek (pl. rizina, köldök) segítségével kapaszkodnak.
C. Bélréteg (medulla) ____	3. A fotoszintetizáló réteg alatt laza hifaszövedék húzódik, amelyben nagyobb üregek is előfordulhatnak.
D. Alsó kéregréteg ____	4. A zuzmó felszínének tömötten rendeződött felső része. Felületét gyakran kristályok (pl. kalcium-oxalát pruina) borítják, amelytől deresnek (pruinózus) tűnik. A zuzmók felszínén szőszös bevonatot (tomentum - pl. <i>Peltigera</i> spp., <i>Lobaria</i> spp.), apró pikkelyeket (pl. <i>Collema</i> spp.), papillákat (pl. <i>Usnea</i> spp., <i>Collema</i> spp.) vagy nagyobb fonalakat (fibrillum - pl. <i>Usnea</i> spp., <i>Umbilicaria</i> spp.) is találhatunk bizonyos csoportoknál.

A zuzmókat morfológiai szempontból növekedési formákba osztják be. Többféle csoportosítás is létezik.

Feladat 3. Párosító: Zuzmók növekedési formái.

1. Kéregtelepű 	A. A zuzmók telepe általában hullámosan fodrozódó lebenyekből, sallangokból áll. Az aljzatra ráfekvő (pl. <i>Hypogymniaphysodes</i>), gyökérszerű függelékekkel (rizina vagy gyökszösz) kapcsolódó (pl. <i>Peltigera</i> spp.) és tapadókoronggal (köldökkel) rögzülő típus (pl. <i>Lasalliapustulata</i> , <i>Umbilicaria</i> spp.) ismert. A rétegzett felépítés ebben a csoportban a legkifejezettebb.
2. Lombostelepű 	B. A zuzmók telepei kis bokorhoz hasonlatosak, az alzatról felfelé ágaskodnak (pl. <i>Cladonia furcata</i> , <i>Cl.rangiformis</i> , <i>Cl.rangiferina</i> , <i>Ramalina</i> spp.) vagy szakállszerűen lefelé csüngenek (pl. <i>Usnea</i> spp.). Utóbbiak akár a több méter hosszúságot is elérhetik.
3. Bokrostelepű 	C. A zuzmók bevonatot képeznek az alzaton. Az “epi-” , kezdetű jelzővel (pl. epifiton) illetett zuzmók telepe és termőteste is az alzat felszínén fejlődik. Az „endo-” , jelzősek (pl. endolitikus) hifái mélyen az alzatba hatolnak, és csak a termőtestek (esetenként a peritécium nyílása) jelzik a felszínen a zuzmó létét. A telep folytonos vagy szórtan elhelyezkedő, sima, mezőcskézett, repedékesen mezőcskézett, szemcsés, szemölcsös, pikkelyes vagy poros lehet. A telep növekedése során, a telep szélén gyakran egy, csak gombahifákból álló, fotobionta-mentes zóna (előtelep vagy protallusz) alakul ki, amely a telep színétől eltérő színe (pl. fehér, fekete, piros) miatt feltűnő.

Feladat 4. Párosító. Zuzmópartnerek:

- A. mikobionta
- B. fotobionta

- 1) kb. 40 nemzetséghez (25 alga és 15 cianobaktérium) tartozó mintegy 100 faj
- 2) kb. 13 500 faj, kb. 90%-a a tömlősgombákhoz (*Ascomycota*) tartozik
- 3) némelyike szabad életre is képes a természetben (pl. *Trentepohlia*, *Nostoc*)
- 4) az együttélés fajspecifikus

Feladat 5. Párosító:

1. Zuzmók felépítése _____	A. Szerves anyag (szénhidrátok) biztosítása a gomba számára. Fakultatív szabadon is élő fajok
2. Gombapartner _____	B. Szabadon élnek egymás mellett a gomba hifák és az algák. Extracelluláris kapcsolat
3. Algapartner _____	C. Gazdagon elágazó telep. Heteromer telep , alsó kéreg van, de csak néhány ponton rögzül az aljzathoz. <i>Ágak</i> lehetnek: - laposak pl. Evernia prunastri – tölgyfazuzmó - hengeresek pl. Usnea spp. – szakállzuzmó fajok <i>Telep</i> lehet: - Egyszintű: csak podéciumos szint van - Kétszintű: kiemelkedő podéciumok* (* podécium – másodlagos felálló elágazó telep, amely az elsődleges lapos altelepen jön létre) - Pikkelyes, leveles altelep - Evernia prunastri, Pseudevernia furfuracea, Cladonia spp., Usnea spp.
4. Laza kapcsolat _____	D. <i>Felső gombakéreg</i> : mechanikai védelem + gázcseré <i>Gonídiumos réteg</i> : laza gombafonalak között algasejtek-fotoszintézis <i>Bélréteg (medulla)</i> : gombafonalak laza szövete – tápanyag- és vízraktározás, kristályos zuzmósavak tárolása <i>Alsó gombakéreg</i> : mechanikai védelem, kiszáradás elleni védelem, belőle rögzítőhifák (alsó kéreg csapszerű kinövései: rizinák) futnak ki, (hiányozhat, ekkor a bélréteg hifái rögzítenek)
5. Szoros kapcsolat _____	E. Telep formájának meghatározása. •Alga védelme kiszáradástól. •Víz- és ásványianyag-felvétel (szervetlen ionok, foszfát). CO ₂ biztosítása az alga számára. A gomba obligát: csak zuzmóképző fajok, nem élhet alga nélkül.
6. Homomer telep _____	F. A bélréteg hifái az aljzatra futnak és belenőnek abba, ezért az aljzatról nem választhatók le. A telep lehet homo- vagy heteromer, de az alsó kéregréteg mindig hiányzik. <i>Graphis scripta</i> , <i>Rhizocarpon geographicum</i>
7. Heteromer telep _____	G. Kerek telep, levélszerű karéjok. Elkülönülő felső és alsó oldal. Heteromer telep, alsó kéreg van, rizinákkal több ponton kapcsolódik az aljzathoz. Leválasztható az aljzatról. <i>Xanthoria parietina</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Peltigera</i> spp.
8. Kéregtelepű zuzmók (Ascomycota)	J. Hifák szorosan ráfonódnak az algára. •AM-képző gombákhoz hasonló

- <i>Lecanoromycetes</i>) _____	•Intracelluláris kapcsolat is lehet közöttük. •Szívófonalak = hausztóriumok alakulnak ki.
9. Leveles zuzmók (<i>Lecanoromycetes</i>) _____	K. - Gomba (mikobionta): 90% aszkuszos gomba (<i>Ascomycota</i>), ritkán bazídiumos (<i>Basidiomycota</i>), konídiumos gombák (<i>Deuteromycota</i>) csak algával életképes – obligát életmód - Alga (fotobionta v. gonídium): leggyakrabban zöldalga vagy kékbaktérium (<i>Nostoc</i>) külön is életképes
10. Bokros zuzmók (<i>Lecanoromycetes</i>) _____	L. •Hifákból álló vastag kéreg. •Alatta gombafonalak és algagonídiumok laza, strukturálatlan, homogén szövédéke. Az algák elszórtan a hifák között.

A ZUZMÓK IVARTALAN SZAPORODÁSA, SZAPORÍTÓKÉPLETEIK.

A zuzmók szaporítóképletei, azok részei, ill. fejlődésük igen változatosak. A zuzmók felismerésében és azonosításában jelentős szerepet játszanak. A zuzmótelep kettős természeténél fogva csak ivartalan úton szaporodik. A zuzmót alkotó fotobionták és mikobionták a rájuk jellemző módon külön-külön is képesek a szaporodásra.

Feladat 6. A zuzmók ivartalan szaporodása. Párosító:

1) szorédiummal _____	A. Fotobionta- és mikobiontasejtekből áll, azonban a fotobiontasejteket burkoló gombahifák nem alkotnak tömött kéregréteget. A kéregréteg felszakadásával kerülnek a felszínre.
2) teleptöredékkel _____	B. Apró, kéregréteggel bevont fotobionta- és mikobiontasejteket tartalmazó képződmény, amely könnyen letöredezik a telepről. Alakja lehet gömbölyű, lapított, hengeres, elágazó.
3) izídiummal _____	C. A legegyszerűbb szaporodás. A telep spontán aprózódása, kisebb nagyobb részének letörése és másutt megtelepedése új telep kialakulásához vezethet. Leginkább bokros, ritkábban lombos telepű zuzmókra jellemző.

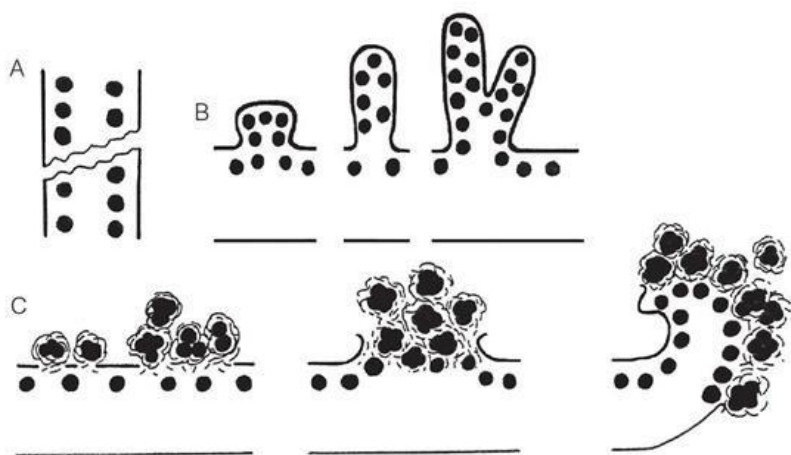
**Feladat 7. Zuzmók
ivartalan szaporodása.**

Nevezze meg az ábrán
látható szaporodás
módokat.

A _____

B _____

C _____



Feladat 8. Zuzmók szaporító képletei. Párosító.

1. Konídiumok	A) Zárt termőtest. A telep belsejébe süllyedt, kis nyílással nyílik a külvilág felé. <i>Verrucaria</i> sp. – szemölcszuzmó
2. Szorédiumok	B) Csésze vagy tányér alakú nyílt termőtest. Himéniumban ülnek az aszkuszok, köztük meddo hifák (parafízisek). <i>Xanthoria parietina</i> – sárga falizuzmó
3. Apotécium	C) Kéreggel nem fedett, gonidiumokból és hifákból álló porszerű szemcsék. Telep belsejében képződnek, majd a kéreg felrepedésével jutnak a szabadba. <i>Evernia prunastri</i> – tölgyfazuzmó
4. Izidiumok	D) Kiemelkedő rész a telep felületén, benne gombafonalak és algasejtek. Kéreggel borítva leválik a telepről. Új telep fejlődik belőle. <i>Pseudevernia furfuracea</i> – áltölgyfazuzmó
5. Peritécium	E) Csak gombapartner: speciális képletben, piknídiumban keletkeznek. A kihajtóhifáknak újra fotobiontákkal kell találkozniuk a zuzmótelep fejlesztéséhez: relichenizáció!

TÉMA 8. GOMBÁK KÉMIAI VIZSGÁLATA / ТЕМА 8. ХІМІЧНІ МЕТОДИ У ДОСЛІДЖЕННІ ГРИБІВ

A kémiai vizsgálat a gombák különböző makroszkopikus és mikroszkopikus struktúráinak színváltozását vizsgálja bizonyos kémiai reagensek hatására. A kémiai vizsgálatot a gombaminták azonosítására használják a rendszertani csoportok megkülönböztetésére. Taxonómiai jellemző lehet a pozitív vagy negatív teszteredmény, illetve a pozitív reakciókban a színváltozás eltérései, mivel ugyanaz a reagens különböző gombafajoknál eltérő szint eredményezhet.

Egyszerű tesztek végezhetők a termőtest jellegzetes reakcióinak kimutatására, vagy mikroszkópos vizsgálatok, amelyek a hifák, spórák, bazídiumok vagy a micélium egyéb elemeinek színreakcióit mutatják ki. A vizsgálatok elvégezhetők friss gombákon, és egyesek herbáriumi példányokon is.

A leggyakrabban használt reagentek (makroreakciókhoz)

Vegyszerek:

KOH. A KOH-t 2 százalékos vizes oldatban használják a gombák mikroszkópos vizsgálatához. Közegként gyakran jól tisztítja a preparátumokat, és láthatóvá teszi a szöveteket és struktúrákat. Hátrányai is vannak (például hajlamos néhány struktúrát megduzzasztani), de a mikológusok már olyan régóta használják, hogy használata elengedhetetlen, ha az adatokat össze akarjuk hasonlítani az eddigi eredményeikkel.

Floxin. A floxin egy vörös festék, amely különösen jó a szerkezetek láthatóbbá tételére.

Melzer-reagens. A Melzer-reagens egy jódalapú festék, amelyet rendszeresen használnak a mikológiai mikroszkópos munkákban, hogy jobban lássák a szöveteket, és megállapítsák, hogy a spórák és szövetek amiloidok, inamiloidok vagy dextrinoidok-e.

Víz: 20,0 g

Klorálhidrát: 20,0 gm

Jódkristályok: 0,5 g

Kálium-jodid (KI): 1,5 gm

Laktófenol gyapotkék. Összetevők:

Gyapotkék (anilin) 0,05 g

Fenol kristályok (C₆H₅O₄) 20 g

Glicerín 40 ml

Tejsav (CH₃CHOH COOH) 20 ml

Desztillált víz 20 ml

Módszer. Ez a festék két napig készül. Az első napon oldjuk fel a gyapotkéket desztillált vízben. Egy éjszakán át hagyjuk állni, hogy az oldhatatlan festék kioldódjon. A második napon kesztyűben hozzáadjuk egy üveg pohárban a fenolkristályokat a tejsavhoz, és mágneses keverőre tesszük, amíg a fenol feloldódik. Adjuk hozzá a glicerint. Szűrje át a gyapotkéket és a desztillált vizet oldatot a fenol/glicerin/tejsav oldatba. Keverje össze és tárolja szobahőmérsékleten.

Egyéb módszerek

Amiloid teszt. Az *amiloiditás* a struktúrák jóoldatokkal való érintkezéskor történő elszíneződésének képessége. Általában a Melzer-reagenst használják: 2,5% jódot és 7,5% kálium-jodidot tartalmazó vizes oldathoz azonos mennyiségű klorál-hidrátot adnak. A reakciót mind makroszkópiusan, mind mikroszkópos minták esetében használják, ami lehetővé teszi a különböző struktúrák: spórák, hifák és bazídiumok amiloidtartalmának meghatározását. Az amiloiditást a herbáriumokban hosszú ideig (több mint 100 évig) tárolt példányoknál lehet kimutatni (Singer, 1975 szerint).

Az amiloiditás jelenléte és mértéke lehetővé teszi a glükánmolekulák – a keményítőhöz hasonló szerkezetű poliszacharidok – szerkezetének, valamint a gomba mikroszkopikus struktúráinak felszínén lévő glükánréteg vastagságának a meghatározását. Erősen fejlett felületi réteg esetén a jód a glükánláncok közötti csatornában adszorbeálódik. Ha a láncok erősen elágazóak, a reakció sárgásbarna színt eredményez, míg kevésbé elágazó láncok jelenlétében maga az amiloid reakció – az analitikai kémiában ismert jód-keményítő reakcióhoz hasonló intenzív kék elszíneződés – jelentkezik.

Általában a gombák struktúrái az amiloid teszt szerint lehetnek:

- *nem amiloid* képlet – *inamiloid* (nem festett),
- *dextrinoid* vagy *pszeudoamyloid* képlet (sárga és barna árnyalatokkal festett),
- *amiloid* képlet (kék, kék, majdnem fekete színűre festett).

AZ AGARICALES RENDRE JELLEMZŐ SZÍNREAKCIÓK PÉLDÁI (Baccep (1992)

(más taxonok esetében a reakciók eltérhetnek):

Az **ammónia** (folyékony ammóniaoldat vagy ammóniás alkohol párája) zöld, ritkán sárga színt ad.

Az **anilin** (vizes sóoldatok formájában) pozitív reakció esetén vörös, sárga-narancs vagy olajzöld színt ad.

A **benzidin** (alkoholos oldat) kék színt ad, ami a lakkáz jelenlétét jelzi. A reagens erősen rákkeltő, ezért a gyakorlatban dimetilbenzidinnel helyettesítik, amely sokkal biztonságosabb és hasonló reakciót ad.

A **koncentrált savas oldatok** különböző színreakciókat képesek előidézni, és friss anyagon használják őket: 60-70%-os kénsav, 65%-os salétromsav, 25%-os sósav, tejsav.

A **laktófenol** a tejsav és a fenol egyenlő arányú keveréke, amely pozitív reakcióban barna, rózsaszín-lila, lila, vöröses színt eredményez.

A **karbolsav** (2,5%-os fenololdat) vöröses, sárgás, barnás vagy lila színt ad. A reakció akkor tekinthető pozitívnak, ha a szín 20 percen belül megjelenik.

Az **α -naftol** (vizes-alkoholos oldat) lila vagy vöröses színt ad, a reakció 2-4 percre tart.

A **piramidon** (vizes oldat) lilás-lilás színű reakciót ad.

A **pirogallol** (alkoholos oldat) barna színt ad.

Szulfovanillin – 1 g vanillin oldata 8 ml kénsav és 3 ml desztillált víz keverékében friss anyagon lila, barna, rózsaszínes-lilás színt ad.

A **szulfoformalin** – formalin és 60-70%-os kénsav keveréke. Friss anyagon és legfeljebb 6 hónapig formalinban tárolt mintákon használják. Pozitív reakció esetén lassan barna szín jelenik meg.

A **fenolanilin** – 3 csepp anilin, 5 csepp kénsav és 10 ml karbolsav keveréke. Pozitív reakció esetén rozsdás rózsaszín, lilásvörös vagy lilásrózsaszín szín jelenik meg, amely aztán csokoládébarnává válik.

A **formalin** lilásbarna vagy vöröses színt okoz.

A **vas(III)-klorid 10%-os oldata** zöldes színt ad, amely aztán sötétszürkévé válik.

A **vas(II)szulfát 10%-os oldata** kénsav hozzáadásával a pépet zöldre, olajzöldre, narancssárgára vagy barnára színezi.

A **40%-os lúgoidat** (kálium- vagy nátrium-hidroxid) rózsaszín, sárga, vörösesbarna vagy narancssárga színt ad, ez a reakció herbáriumi anyagokra is alkalmas.

CSIPERKÉK (AGARICUS)

A **csiperkék** (*Agaricus*) a Bazidíumos gombák és azon belül a Kalaposgombák (*Agaricales*) egyik nemzetsége kb. 300 fajjal, amely közül igen sok ehető gombafaj van

(kivételek például a fertőtlenítő (karbol) szagúak). Közeli rokonságban van az őzlábgomba (*Lepiota*) nemzetséggel.

A leggyakoribb két idetartozó faj a **mezei csiperke** vagy **kerti csiperke** (*Agaricus campestris*) és az **erdőszéli csiperke** (*Agaricus arvensis*). Kalapja fiatalon selymesen fehér, domború, de később ellaposodik, és enyhén megsárgul. Átmérője elérheti a 10–12 cm-t is. Lemezei rózsaszínűek, később barnára, feketére színeződik, spórái feketés barnák. Tönkjén gallért találunk, illata kellemes.

A **karbolszagú csiperke** (*Agaricus xanthodermus*) a csiperkefélék családjába tartozó, kertekben, parkokban termő, mérgező, kellemetlen szagú gombafaj.

A karbolszagú csiperke kalapjának átmérője 8-10 (max. 14) cm, alakja fiatalon félgömb vagy lekerekített trapéz ami később kiterül, a közepe lehet kissé bemélyedő. Felszíne sima. Színe fehéres, a közepe néha füstbarna lehet. A kalapbőr sérülésre sárgul. Húsa vastag, fehér, vágásra gyorsan megsárgul, majd idővel barnul. Szaga kellemetlen fenol- vagy tintaszerű, ami főzéssel csak erősödik.

A **kétspórás csiperke** (*Agaricus bisporus*) kertekben, legelőkön termő, jóízű, ehető gomba. Termesztik. Ez a faj teszi ki a világ gombatermelésének többségét.

A kétspórás csiperke kalapja 4-10 cm átmérőjű. Fiatalon gömb-félgömb alakú, amely fokozatosan domborúvá válik. A kalap felszíne fiatalon sima, idősebb korában koncentrikusan elhelyezkedő, sugarasan szálás pikkelyek jelenhetnek meg rajta.

Színe lehet fehér, világosbarna vagy akár egészen kakaóbarna. A kalap húsa vastag és fehér, elvágva kissé megvöröszödik. Íze és szaga kellemes, a csiperkékre jellemző. Lemezei vékonyak, sűrűn helyezkednek el, nem nőnek le a tönkhöz. Színük fiatalon rózsaszín, később a spórák érésével bíborosan sötétbarna lesz.

Spórája sötét csokoládébarna, ovális, 6,5-7 mikrométer hosszú, 4-5 mikrométer széles.

Mikroszkóppal könnyen meg lehet különböztetni a többi csiperkefajtól, mert bazídiumain négy spóra helyett csak **kettő** nő.

Kémiai reakciók: KOH negatív a kalap felületén.

Valamennyi csiperkefajnál gondolni kell a **gyilkos galócával!!!** való összetéveszthetőségre, különösen a fiatal példányok esetén. A kétspórás csiperkénél a rózsaszín lemezek, a bocskor hiánya és a termőhely (erdő helyett kertek, ligetek) különböztetik meg tőle.

Feladat 1:

1. A **kétspórás csiperke** gomba száráról vagy kalapjáról vágjon le egy kis darabot és azon ellenőrizzen néhány felsorolt színreakciót. Jegyezze fel a használt reagenst és a reakciót.

Reagens _____	Színreakció _____
Reagens _____	Színreakció _____
Reagens _____	Színreakció _____
Reagens _____	Színreakció _____
Reagens _____	Színreakció _____
Reagens _____	Színreakció _____

Feladat 2. Készítsen néhány lehetőleg legvékonyabb metszetet a gomba tönkjéből, a kalap felső részéből és a himéniumból (termőrétteg). Tegye rá a tárgylemezre és takarja le egy fedőlemezzel. Szükség szerint használhat laktofenol festék cseppet. Helyezze a mikroszkópra és jegyezze fel milyen gomba struktúrákat látott mindegyik metszeten.

FELHASZNÁLT ÉS AJÁNLOTT IRODALOM /
ВИКОРИСТАНА ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

- Вассер С.П. (1992) Аманітальні гриби України. – Київ: «Наукова думка».
- Екологія грибів: моногр. / Г.Л. Антоняк, З.І. Калинець-Мамчур, І.О. Дудка, Н.О. Бабич, Н.Є. Панас. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2013. – 628 с. – (Сер. “Біологічні Студії”).
- Калинець-Мамчур З. Словник-довідник з альгології та мікології: [для студ. вищ. навч. закл.]. – Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2011. – 399 с.
- Коваленко О. Планета грибів. Як гриби годують, лікують і вбивають нас. Київ: вид-во Віхола, 2023.
- Леонтьев Д. В., Акулов О. Ю. (2007) Загальна мікологія: Підручник для вищих навчальних закладів. – Х.: Вид. група «Основа», 2007. – 228 с.
- Adl S. M. et al. (2018). Revisions to the Classification, Nomenclature, and Diversity of Eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 66(1), 4-119. <https://doi.org/10.1111/jeu.12691>
- Brown, M.W., Silberman, J.D. (2013). The Non-dictyostelid Sorocarpic Amoebae. In: Romeralo, M., Baldauf, S., Escalante, R. (eds) Dictyostelids. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38487-5_12
- Hyde, K. D., Noordeloos, M. E., Savchenko, K. G., & et al., . (2024). The 2024 Outline of Fungi and fungus-like taxa. *Mycosphere*, 15(1), 5146–6239.
- Hyde, K.D. The numbers of fungi. *Fungal Diversity* 114, 1 (2022). <https://doi.org/10.1007/s13225-022-00507-y>
- Hyde, K.D., Saleh, A., Aumentado, H.D.R. et al. (2024) Fungal numbers: global needs for a realistic assessment. *Fungal Diversity* 128, 191–225. <https://doi.org/10.1007/s13225-024-00545-8>
- Jakucs E. A mikológia alapjai. – Budapest: ELTE Ötvös Kiadó. – 2009. – 226 old.
- Jakucs E., Vajna L. (szerk.) (2003): Mikológia. Agroiinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest.
- Kües U., Weeradej Kh., Shanta S. (2018) Complex fungi. *Fungal Biology Reviews*, 32 (4): 205-218. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2018.08.001>.
- Letcher, P. M., Lopez, S., Schmieder, R., Lee, P. A., Behnke, C., Powell, M. J., & McBride, R. C. (2013) Characterization of Amoeboaphelidium protococcarum, an Algal Parasite New to the Cryptomycota Isolated from an Outdoor Algal Pond Used for the Production of Biofuel. *PLOS ONE*, 8(2), e56232. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056232>
- Merényi, Z., Krizsán, K., Sahu, N. et al. (2023). Genomes of fungi and relatives reveal delayed loss of ancestral gene families and evolution of key fungal traits. *Nat Ecol Evol* 7, 1221–1231 <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02095-9>
- Moore D., Robson G.D., Trinci A.P.J. (2019) 21st Century Guidebook to Fungi, SECOND EDITION / Mode of access: http://www.davidmoore.org.uk/21st_century_guidebook_to_fungi_platinum/index.htm

- Niskanen, T., et al. (2023). Pushing the frontiers of biodiversity research: Unveiling the global diversity, distribution and conservation of fungi. *Annual Review of Environment and Resources*. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112621-090937>
- Pánek, T. and Čepicka, I. (2012) Diversity of Heterolobosea. Genetic Diversity in Microorganisms, Rijeka: InTech, pp. 3–26.
- Pöggeler S., Nowrousian M., Teichert I., Beier A., Kück U. (2018) Fruiting-body development in ascomycetes. In: T. Anke and A. Schöffler (Eds.) THE MYCOTA XV, Physiology and Genetics 2nd Edition. Springer International Publishing
- Strassert J.F.H., Monaghan M.T. (2021) Phylogenomics unravels the early diversification of fungi. *Current Biology*. doi: 10.1016/j.cub.2022.06.057
- Tedersoo L. et al. (2018) High-level classification of the *Fungi* and a tool for evolutionary ecological analyses. *Fungal Diversity* 90:135–159. <https://doi.org/10.1007/s13225-018-0401-0>
- Torruella, G., Grau-Bové, X., Moreira, D. et al. (2018) Global transcriptome analysis of the aphelid *Paraphelidium tribonemae* supports the phagotrophic origin of fungi. *Commun Biol.*, 231. <https://doi.org/10.1038/s42003-018-0235-z>
- Webster, J., Weber, R.W.S., 2007. Introduction to Fungi, harmadik kiadás. Cambridge University Press.
- Wijayawardene N.N. et al. (2022) Outline of Fungi and fungus-like taxa. – 2021. *Mycosphere* 13(1): 53–453. Doi 10.5943/mycosphere/13/1/2
- Wijayawardene, N.N., Hyde, K.D., Mikhailov, K.V. et al. Classes and phyla of the kingdom *Fungi*. *Fungal Diversity* 128, 1–165 (2024). <https://doi.org/10.1007/s13225-024-00540-z>

Internet források:

Dmytro Leontyev. Мікологія: <https://www.youtube.com/@dmytroleontyev7591>
<https://www.youtube.com/watch?v=ziCFA->

Мікологія: методичні вказівки до лабораторних робіт для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання. Галузь знань: 09 Біологія, освітня програма: 091 Біологія та біохімія / Розробник: Андрик Єва. – Берегове: ЗУІ ім. Ф.Ракоці II, 2025. – 52 с. (українською та угорською мовами) у формі електронного видання.

Методичний посібник призначений для студентів денної та заочної форми навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти, які навчаються за освітньою програмою 091 «Біологія та біохімія», з метою забезпечення їх методичними вказівками для лабораторних занять з дисципліни «Мікологія». У посібнику коротко викладено теоретичний матеріал та наведено порядок проведення лабораторних занять із завданнями.

Навчально-методичне видання
МІКОЛОГІЯ / MIKOLÓGIA

**Методичні вказівки до лабораторних робіт /
Módszertani útmutató laboratóriumi munkákhoz**

2025 р.

*Затверджено до використання у навчальному процесі
на засіданні кафедри біології та хімії ЗУІ ім. Ф. Ракоці ІІ
(«11» серпня 2025 року, протокол № 1.)*

*Розглянуто та рекомендовано Радою із забезпечення якості вищої освіти
Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці ІІ
(протокол №7 від 26.08.2025 року)*

*Рекомендовано до видання в електронній формі (PDF)
рішенням Вченої ради Закарпатського угорського інституту ім. Ф.Ракоці ІІ
(протокол № 8 від 28 серпня 2025 р.) наказ №85-ВН від 29.08.2025 р.*

Підготовлено до видання в електронній формі (PDF) кафедрою біології та хімії спільно
з Видавничим відділом Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці ІІ

Розробник методичних вказівок:

АНДРИК Єва – кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та хімії Закарпатського
угорського інституту імені Ференца Ракоці ІІ

Рецензенти:

КІШИ Роман – кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки ДВНЗ «Ужгородський
національний університет»

КОЛОЖВАРІ Степан – доктор філософії, доцент кафедри біології та хімії Закарпатського
угорського інституту імені Ференца Ракоці ІІ

Відповідальні за випуск:

КОГУТ Ержебет – доктор філософії, доцент кафедри біології та хімії Закарпатського
угорського інституту імені Ференца Ракоці ІІ, завідувач кафедри

ДОБОШ Олександр – начальник Видавничого відділу ЗУІ ім. Ференца Ракоці ІІ.

За зміст методичних вказівок відповідальність несуть розробники.

Видавництво: Закарпатський угорський інститут імені Ференца Ракоці ІІ (адреса: пл.

Кошута 6, м. Берегове, 90202. Електронна пошта: foiskola@kmf.uz.ua) Статут
«Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці ІІ» (Прийнято Загальними
зборами ЗУІ ім. Ф.Ракоці ІІ, протокол №2 від 11.11.2019 р., зареєстровано в реєстрі за
№6179 приватним нотаріусом І.В. Мацолою)

Шрифт «Times New Roman». Розмір сторінок методичних вказівок: А4 (210х297мм).