

Планета грибів. Як гриби годують, лікують і вбивають нас

КУПИТИ

Упродовж тривалого часу гриби вважали чимось на кшталт рослин (так, найчастіше вони сидять на одному місці, не нявкають і їсти не просять), а деякі види навіть зараховували до тварин і мінералів. Що ж, усі помилялися. Гриби — це просто гриби.

Насправді все, звісно, складніше. І про це у своїй новій книжці розповідає ботанік Олексій Коваленко. Що спільного у Плінія Старшого і глив? Які гриби із собою носила «снігова людина»? Танцювальна чума, полювання на відьом і як до всього цього причетні гриби? Скільки коштує найдорожчий гриб у світі та як гриби долучилися до картопляного голоду в Європі? Які гриби росли на стінах 4-го енергоблока та хто згубив австралійських спортсменів?

А ще автор розповість про ЛСД і псилоцибін, печериці, що ніякі не шампінйони, як вашій ранковій чашці кави загрожує паразитичний гриб, чи можна створити з грибів м'ясо та що таке той чайний гриб. Це історія про гриби та їхню роль у житті нашої планети, бо якось уже так склалося, що на Землі неважко знайти місця зростання грибів – складніше знайти місце, де їх не існує.

Олексій Коваленко

Планета грибів



Як гриби годують,
лікують та вбивають нас

Олексій Коваленко

ПЛАНЕТА ГРИБІВ

Як гриби годують,
лікують і вбивають нас

віхла

Київ · 2023

УДК 582.284(02.062)
К56

Коваленко Олексій

К56 Планета грибів. Як гриби годують, лікують і вбивають нас / Олексій Коваленко. — К. : Віхола, 2023. — 416 с. — (Серія «Наукопоп»).

ISBN 978-617-8257-07-1

Упродовж тривалого часу гриби вважали чимось на кшталт рослин (так, найчастіше вони сидять на одному місці, не нявкають і їсти не просять), а деякі види навіть зараховували до тварин і мінералів. Що ж, усі помилялися. Гриби — це просто гриби.

Насправді все, звісно, складніше. І про це у своїй новій книжці розповідає ботанік Олексій Коваленко. Що спільного у Плінія Старшого і глив? Які гриби із собою носила «снігова людина»? Танцювальна чума, полювання на відьом і як до всього цього причетні гриби? Скільки коштує найдорожчий гриб у світі та як гриби долучилися до картопляного голоду в Європі? Які гриби росли на стінах 4-го енергоблока та хто згубив австралійських спортсменів?

А ще автор розповість про ЛСД і псилоцибін, печериці, що ніякі не шампіньйони, як вашій ранковій чашці кави загрожує паразитичний гриб, чи можна створити з грибів м'ясо та що таке той чайний гриб.

Це історія про гриби та їхню роль у житті нашої планети, бо якось уже так склалося, що на Землі неважко знайти місця зростання грибів — складніше знайти місце, де їх не існує.

УДК 582.284(02.062)

Усі права застережено. Будь-яку частину цього видання в будь-якій формі та будь-яким способом без письмової згоди видавництва і правовласників відтворювати заборонено.

© Олексій Коваленко, 2023

© Володимир Гавриш, обкладинка, 2023

© ТОВ «Віхола», виключна ліцензія на видання, оригінал-макет, 2023

Відгуки про книжку

Як любитель грибів і книжок Олексія Коваленка, я не міг оминати нагоду стати одним з перших читачів «Планети грибів». Тепер я бачу гриби повсюди. Я очікував легкої прогулянки грибним макросвітом, доповнення до справжніх походів у ліс, а отримав панораму грибного царства на кожній поверхні свого дому.

Можна знати про дріжджі, про пеніцил, який росте на занедбаному хлібі, але в побутовому розумінні «гриб» — це саме плодове тіло. І розгортаючи книжку про гриби, несвідомо чекаєш книжки саме про ті гриби, які найчастіше доводиться бачити. Та Олексій Коваленко веде читача геть в інший бік, у бік усюдисущих і несподіваних грибів, і от уже виявляється, що знайомий з дитинства грибочок — насправді хижак, який харчується червами. Ця книжка — не добродушне знайомство з групою організмів, котрі населяють землю. Це майже лавкрафтівське зіткнення з формами життя, про які не розповідали на уроках біології.

А ще, як завжди, безліч приголомшливих (особливо як на переважно нерухомих істот) історій, фірмові жарти та ілюстрації Олексія. Чергова блискуча науково-популярна розвідка, здатна зацікавити навіть людину, для котрої все знайомство з царством грибів обмежувалось шампінйонами.

Остап Українець, письменник

Рекламувати гриби немає сенсу: їх люблять (і полюбують) майже всі. Про таємниці цих істот знято чимало фільмів, а в будь-якій книгарні є окрема полиця, присвячена грибам. І водночас загальна обізнаність щодо грибів залишається катастрофічно низькою. Мало які інші створіння пов'язані у суспільній свідомості з такою кількістю заскорузлих міфів, міських легенд та відверто застарілої інформації.

Нова книжка популярного українського просвітника Олексія Коваленка покликана виправити це приkre непорозуміння. Послідовно і впевнено автор рухається по класичних розділах мікології, поєднуючи точність і сучасність інформації з фірмовим гумором «Довколаботаніки» і бездоганною русофобією. З безжальною рішучістю науковця він розправляється з класичними помилками, що сховалися від світла науки в затінку популярних газет і застарілих підручників. Утім, позбавившись від міфів, історія про гриби не стає нуднішою, адже реальні сюжети з їхнього життя цілком здатні позбавити вас спокою. Танці святого Віта в середньовічній Німеччині і салемиські відьми, ліки 5000-літнього мерця і глобальне вимирання жаб у ХХІ столітті — це все про гриби. Однак і затишні історії про багатство сортів сиру, про пиво і вино, не кажучи вже про духмяний свіжоспечений хліб — це теж про них.

У книжці знайшлося місце і дивовижним істотам, що вважаються грибами лише з непорозуміння. Міксоміцети, акразієві слизовики, водні цвілі й лабіринтули постають перед читачем у всій своїй красі. Їхні стародавні імена, самі по собі вражаючі (вовче молоко, собача блювота, як вам?), завдяки автору збагачуються новими каламбурами, що так і просяться до курсу лекцій із систематики грибів. Скажімо, «оселедцем під шубою» автор називає... втім, спойлерів тут не буде, доведеться вам відшукати цей розділ самостійно. Але обізаному в мікології читачеві пропоную згадатися, про що йдеться.

Однак головними героями книжки все-таки є саме гриби, від крихітних дріжджів до вимерлих, на жаль, 9-метрових прототакситів. Кількість жахливих хвороб, викликаних цими істотами, можна порівняти хіба що з кількістю ліків, якими вони нас обдарували. Людина вирощує мільйони тонн грибів заради їжі, а інші види грибів у цей час з'їдають мільйони тонн пшениці, картоплі і винограду, спричиняючи голод і спустошення цілих країн. Ми звикли дивуватися японцям, що лоскотять собі нерви споживанням риби фугу, а самі в цей час щоліта вирушаємо до лісу, щоб зібрати розкішні делікатеси, здатні будь-кого звести до могили. Цю пристрасть неможливо пояснити — так само, як неможливо пояснити пристрасть учених, що рік за роком розплутують клубок таємниць небезпечного і прекрасного світу грибів.

Життя і смерть людини так часто пов'язані з грибами, що їх колись назвали Дітьми богів. Утім і богів у світі немає (я раптом нікого не образив?), і дітей у них теж немає, але є натомість дивовижний всесвіт навколо нас, і серед його мешканців саме гриби здатні і жахати, і дивувати чи не найсильніше. Хочете зазирнути в їхній магічний світ? Читайте книжку Олексія Коваленка!

Дмитро Леонтєв, професор

Вступ. Як я пустився берега і став фанатом грибів

Я обожнював гриби ще до того, як це стало мейнстримом, тобто до мікології на першому курсі університету.

Я страшенно фанатів від медитативного процесу їх збирання, і найбільша проблема була в тому, куди їх подіти, адже споживати плодові тіла клятих осмотрофів (організми, які поглинають органічні речовини з довкілля) у нас удома було заборонено, аж доки хтось у родині не отримає диплом магістра з ботаніки. Ні мама, ні тато здобувати другу освіту явно не збирались, тому таки довелось брати цю справу у свої руки.

А до того, у шкільні роки, пристрасть збирати гриби формувала в мені важливі навички соціалізації, які не так уже й хотілося розвивати, якщо чесно. Але що вдієш! Доводилося набиватися до когось в компанію, навіть (о, жах!) здобувати друзів, щоб потім віддати кошик своїх грибних трофеїв. Коротше, робити все те, що інтроверти страшенно ненавидять. Але куди ж подітись?

З грибами мене також пов'язує маніакальна ідея зробити з них гербарій. У книжках із сільської бібліотеки були малозрозумілі схеми його виготовлення, але мої 13 654 565 спроб у дитинстві зазнали фіаско. Тому я досить рано зрозумів, що мікологія в професійному плані — не моє.

Хоча під час навчання в університеті було безліч спокус зійти зі шляху дослідника покритонасінних. Адже і курс так званої ботаніки нижчих бадьорив уяву, і польова практика буквально розкривала очі на таємничий всесвіт, який існує поряд з нами, а ми його не помічаємо. Без жодого Морфея з таблетками, але з визначником та збільшувальними приладами світ деталізувався до неможливості, набував додаткових вимірів і деталей. Гнилий пеньок з малопомітного

елемента рельєфу перетворювався на природничий музей, експозиції якого хотілося годинами досліджувати навколішки.

Контрольним пострілом став курс фітопатології, на якому ми вивчали непрості взаємозв'язки світу грибів і рослин. Хитромудрі паразити, які проникали в плоть квіткових рослин, змінювали їхній зовнішній вигляд, зменшували врожай, впливали на поведінку людей та історію нашої цивілізації, — це просто не могло не завербувати мене в секту обожнювачів грибних організмів.

Я давно в цій таємній організації і рекомендую вам також стати її членом. Пропоную поглянути на світ усюдисущих грибних організмів крізь призму цієї книжки. Це не атлас-довідник їстівних грибів, хоч про тихе полювання тут буде сказано незлим і злим словом. Це не брошура для адептів ідей про те, що людська цивілізація не могла б виникнути без грибів і ми всі раби цих мовчазних ляльководів. Проте ігнорувати їхню роль в екосистемах планети, вплив на розвиток різних еволюційних ліній та історію людства ця книжка точно не збирається. У пошуках знайомих та незнайомих видів ми і помандруємо до найближчого лісу, і пірнемо під воду, і попензлюємо в холодну Арктику та розпечені австралійські пустелі. Ми побачимо гриби, які можна знайти на асфальті вашого населеного пункту, у ропі солеварень, на стінах чорнобильського реактора та навіть у холодильнику.

Оглянути все різноманіття грибного царства, кожен аспект його впливу на довкілля й культуру — не те, на що претендує ця історія. Найголовніше завдання цієї книжки — посіяти у вас спори захоплення паралельним виміром дивовижних істот, сприяти їхньому проростанню та формуванню плодових тіл, симбіозу зі світом справжніх володарів нашої планети — грибів.

1. Слідуй за білою печерицею: путівник грибним Задзеркаллям

Одного дня я, як зазвичай, прокинувся о 6:00. Приймаючи ранковий душ, із розчаруванням помітив, що у швах між плиткою у ванній кімнаті знову розвиває свою бурхливу діяльність цвіль.

Занотувавши до переліку справ потребу дати гідну відсіч цьому загарбникові ввечері, я побрів на кухню, взяв два шматки хліба та запроторив їх до тостера. Ці м'які запашні вироби, які створювалися в пекарні під диктатурою дріжджів, швидко затверднули. Я вкрив їх тонюсіньким наношаром улюбленого ранкового делікатесу — чорнющого солоного мармайту — поживного спреду, виготовленого з тих самих дріжджів.

На виході з під'їзду я вкотре звернув увагу на велике плодове тіло трутовика, який, беззвучно шаленіючи, пожирав дерево зсередини. Невідомо, хто знищить цей клен раніше: паразит чи фірмове кронове обрізання «Київзеленбуду». Однак можна бути впевненим, що навіть після його загибелі на стовбурі ще довго житимуть лишайники — неймовірні утворення, які складаються з грибів і водоростей та використовують рослину лише заради прикріплення, не витягуючи з неї поживні соки.

Шукаючи вільний для оренди велосипед, я помітив на ще холодному після ночі асфальті жовті плями **калогаї оманливої** (*Calogaya decipiens*) — ще одного лишайника, який часто окуповує тротуари та мужньо витримує човгання підодшів і скрегіт коліс самокатів.

Прямуючи повз станцію метро «Печерська», я знову помітив гриби! Цього разу — продавали білі, і я не міг напевно визначити їхній вид, адже в їхній систематиці зламає ногу не лише чорт, а й багато фахівців.

На газоні поблизу природничого музею після позавчорашнього дощу зринули **лучні опеньки**, представники роду *Marasmius*. Здається, їм

було абсолютно байдуже на рівень забруднення в центрі й те, що якийсь нахабний перехожий вирішив прогулятися трав'яним покривом, щоб перетворити брилу зі скам'янілими рештками докембрійських істот на столик для паперової чашки кави.

Гриби успішно вирощували себе і всередині музею. Наприклад, саме вони влаштували бенкет у контейнері з обідом, який я забув у холодильнику минулого тижня.

У музеї представників цього царства хоч греблю гати. Великі плодові тіла гігантських дощовиків вражають своїми розмірами в експозиції, зразки різноманітних видів ретельно зберігаються в пакетиках у фондових колекціях, а ще низка іржастих грибів атакує кімнатні рослини на підвіконнях.

Навіть увечері, коли я в магазині, гриби переслідують мене. Печериці і гливи просто просяться застрибнути до візка. Подібний трюк хочуть повернути і сири, які щедро поблагородила пліснява. А з полиць крафтових продуктів приготована мікроскопічними грибами комбуча чигає на якогось хіпстера.

Щоб потрапити до світу грибів, не треба стрибати в кролячу нору. І таблетка Морфея, і шафа в Нарнію, і платформа 9 та $\frac{3}{4}$ можуть сміливо кусати свої ліктьові суглоби — найдивніший, наймагічніший і найцікавіший світ розташований поряд з нами. Ми можемо не помічати його, ігнорувати його жителів. Але це аж ніяк не применшує його впливу на нашу історію, сучасне життя і світ довкола. Тому прямуємо слідом за білими печерицями — екскурсія грибним Задзеркаллям розпочинається просто зараз. І просто на її старті нам доведеться дати відповідь на одне важливе питання...

Хто такі гриби?

Коли я починав цей підрозділ, то планував обмежитися одним визначенням і двома жартами на пів сторінки й піти собі далі. Але оскільки мені платять за кожен знак (насправді ні) і вся ця термінологічна вакханалія потребує контексту, то нам доведеться трішки зануритися в історію.

Довгий час гриби вважали чимось на кшталт рослин. З першого погляду ця ідея видається цілком розумною. Найчастіше гриби сидять

на одному місці, не гарчать, не нявкають та не просять їсти. Як і рослини, вони часто ростуть з-під землі та ще й іноді формують плодові тіла: типові ж фрукти з овочами — про що тут ще говорити? Однак не завжди їх запроторювали у царство флори. Історично деякі види грибів навіть вважали тваринами, патологічними утвореннями й... мінералами. Хоч легітимними президентами України їх не вважали — і то добре.

Просто ці організми настільки дивовижні, що їх складно втулити в картину довколишнього світу. Люди з давніх-давен контактували з ними. Знайдена в Австрійських Альпах добре збережена мумія людини з епохи неоліту уже містить сліди використання грибів. Тіло отримало прізвисько Етці — або ж Снігова людина.

Бідолаха помер 5300 років тому, а в його збереженому інвентарі знайшли цілий мікологічний гербарій. І **трутовик звичайний** (*Fomes fomentarius*) у нього був, очевидно, задля розведення вогню, і шматочок плодового тіла **березової губки** (*Fomitopsis betulina*) він тримав у лікувальних цілях [Peintner et al., 1998]. Хоча, можливо, археологи нас усіх дурять і пан Етці ніс зразки у найближчий природничий музей, однак навіть це ніяк не скасовує давніх спроб дослідити грибні організми.

Задовго до того, як люди задумалися, хто ж такі гриби, їх використовували як джерело їжі — і не завжди свідомо. Навряд чи хтось міг у здоровому глузді вважати родичами смачні плодові тіла боровика, зібрані під деревом, та химерну невидиму штуkenцію, яка змушувала підніматися тісто під час виготовлення хліба й перетворювати соки рослин на хмільні напої. Тим паче навряд чи хтось міг зарахувати до грибного царства загадкові напасті, які знищували посіви одомашнених рослин. Вказівки щодо таких катастроф відомі у найдавніших письмових джерелах — і описаний сільськогосподарський шкереберть щось дуже схожий на підривну діяльність патогенних грибів [Ainsworth, 1976].

І скажіть ще, що гриби не мінерали



Великий камінь-гриб з високогірної Гватемали (1000–500 роки до н. е.)

Чудернацький зовнішній вигляд і вплив на людський організм змушував наших давніх предків пов'язувати гриби з магічними силами цього світу — стихіями вогню й води, богами та нечистою силою, — що супроводжувалось активним використанням грибів у різноманітних ритуалах [Леонтьєв, Акулов, 2007].

Але наступні роки наукових досліджень не підтвердили інформації про те, що **гриби — це якісь міфічні сутності, паранормальні субстанції чи молодші асистенти богів різного штибу**. Магічне мислення й тут показало своє безсилля, зосередивши основні bastiони впливу в чатиках конспірологів.

Як щодо наукової спроби осмислити грибну природу? Точно складно сказати, хто з дослідників уперше звернув увагу на гриби. Про них побіжно згадано ще в працях Евріпіда (480–406 роки до н. е.), але без особливої деталізації.

Пан Арістотель (384–322 роки до н. е.) теж відзначав у своїх працях наявність цих істот, однаке значною увагою їх аж ніяк не потішив. А от його учень та за сумісництвом татко ботаніки Теофраст ретельніше придивлявся до цих створінь. Він згадував і печерицю, і зморшок, і навіть трюфелі, а також описував паразитичні гриби, які викликають борошнисту росу. Однак Теофраст, як батько Тоні Старка та я на першому курсі аспірантури, був обмежений технологіями свого часу й не розпізнав у нальоті на листках рослин гриби. Він вважав, що це реакція рослини на умови надмірного зволоження [Леонтьєв, Акулов, 2007]. Думка Теофраста щодо грибів була однозначною — **це такі аномальні рослини, яким просто бракує певних органів.**

Сплинуло століття — і грецький дослідник та поет Никандрос спробував класифікувати гриби. Він особливо не роздумував над тим, яка природа цих організмів, але розділив їх на дві важливі групи — їстівні й отруйні [Леонтьєв, Акулов, 2007]. Вважають, що жарт про те, що всі гриби їстівні, але деякі лише один раз, також датується приблизно 150 роком до н. е.

Продовжив розробляти цей принцип класифікації і Пліній Старший у I столітті. Він також назвав одні гриби їстівними, а от другу групу розділив на власне «отруйні» та «неїстівні», що здається цілком логічним удосконаленням, на яке, щоправда, в науковому світі пішло близько чверті тисячоліття.

Пліній Старший пророчо виокремлював гриби в особливу групу живих істот, а також намагався розібратися в їхньому різноманітті. Він описував досить багато типів цих істот, один з яких не втримався й назвав на честь себе — *Pezicae Plinii* (гливи).

Зовсім з іншого боку намагався дослідити грибні субстанції Диоскорид, який працював у той самий час. Він розділяв гриби на наземні, підземні, а також ті, що повидиралися на дерева [Леонтьєв, Акулов, 2007]. Зараз би таку класифікацію назвали екологічною, але до введення в обіг терміна «екологія» довелося ще чекати майже 18 століть.

У часи Середньовіччя нашій цивілізації було найчастіше не до грибів. Але Гільдегарда Бінгенська у XII столітті написала трактат з красномовною назвою «Книга про рослини». Багато із цих «рослин» насправді були грибами. Праця ґрунтувалася на травництві, релігії та

містичних уявленнях, але часто містила досить точні описи [Glaze, 1998].

У часи Ренесансу натуралісти з новою силою ринули на проблему контакту з представниками грибної цивілізації.

У XVI столітті Ремберт Додунс у розлогодному творі на півтори тисячі сторінок обстоював належність грибів до рослин. На цьому він не зупинився, а виокремив такі групи, як осінні гриби (наприклад, говорушки й молочники), яйцеподібні (зморшка їстівна), отруйні (лучні опеньки та колібії), схожі на отруйні (гнойовики), морські (сюди неочікувано потрапила веселка Гадріана, яка у воді не зростає), округлі (порхавка), коралоподібно-решітчасті (решіточник), напівкруглі (головач), бульби (трюфелі) і трутовики. У цій класифікації змішалися і харчові властивості, і час розвитку, і форма... Добре хоч ціна за кілограм по акції в «АТБ» не була використана як систематична ознака [Ainsworth, 1976, Леонтьєв, Акулов, 2007].



Однак цей коктейль не завадив праці Додунса стати шалено популярною. Певний час за кількістю перекладів цей бестселер був другою книжкою після Біблії [Plantaardigheden, 2005]. Ось де були золоті часи науково-популярної літератури! Повертати треба не 2007-й, а епоху Ренесансу!

Ще цікавішою була праця П'єра Чезальпіно 1583 року. Вона мала лаконічну назву — «Книга про рослини в XVI столітті», і в ній було чітко вказано, що «з-поміж усіх рослин природа грибів є найбільш специфічною». Її поділяли на три групи: підземні гриби (як трюфелі), наземні без ніжки та власне гриби. Останні розрізнялися на 16 додаткових груп, серед яких були такі цікаві утворення, як хороші гриби (мухомор Цезаря), свинячі (маслюки), сімейні (це не спідня білизна, а опеньки), сухарі (взагалі лисички) та навіть маленький морський гриб, який насправді є зеленою водоростю ацетабулярією [Леонтьєв, Акулов, 2007].

А в 1601 році стається взагалі знаменна подія — виходить перша в історії книга, цілком та повністю присвячена грибам. Ну, так кажуть... Вона овіяна легендами трішки більше, ніж повністю. Часто можна прочитати, що вона існувала аж у цілому одному екземплярі, та й той ніби викрали з бібліотеки невдовзі після виходу.

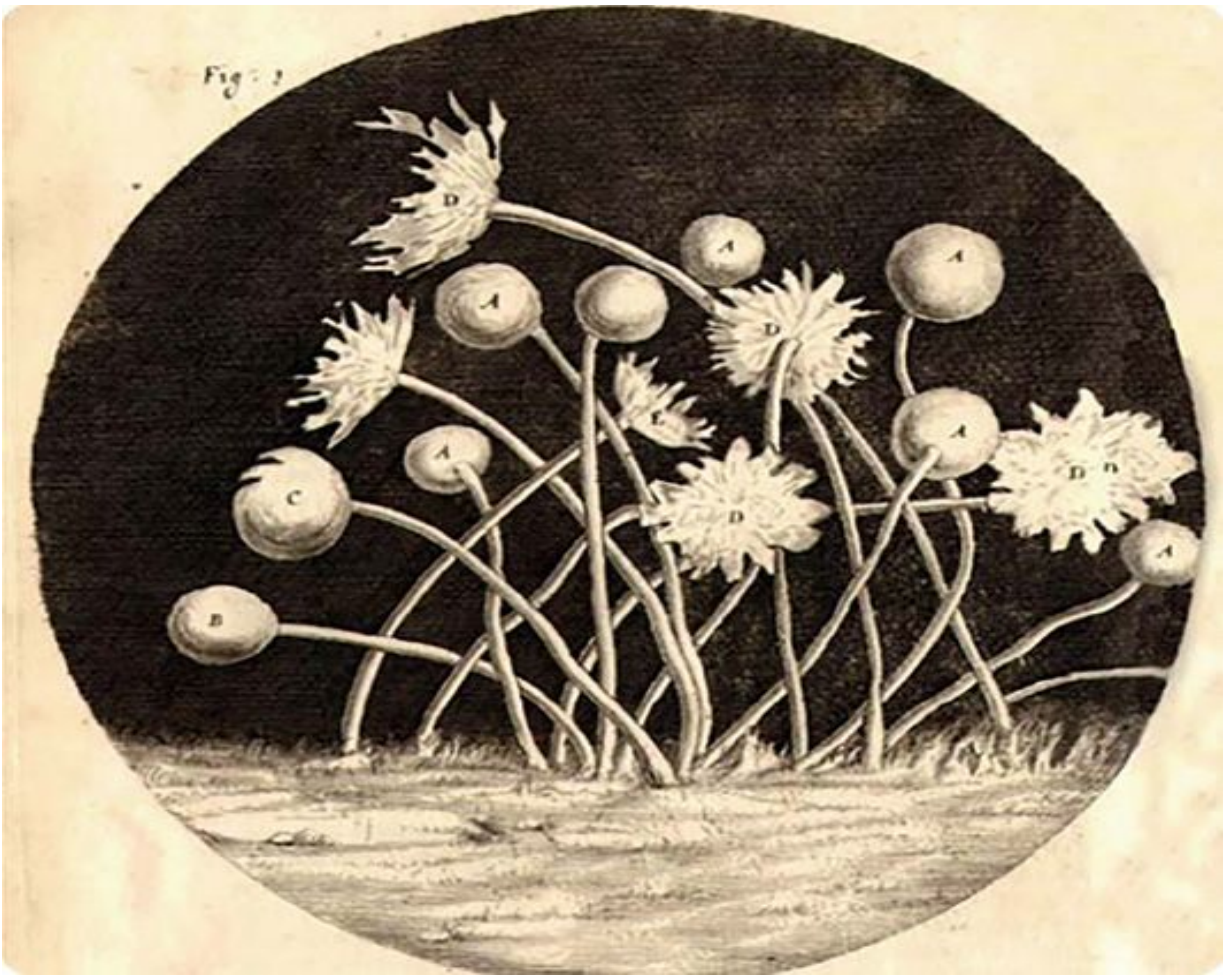
Однаке ця історія звучить занадто добре, щоб бути правдивою.

Карл Клузіус довго збирав матеріал на працю про гриби, і коли все було готово до друку, його видавець примудрився загубити 87 оригінальних малюнків до роботи. З ким не буває? Насправді ні з ким таке не буває, але Клузіус оперативно підготував 33 нові зображення, які вже випустив не в окремій книжці, а як самостійну частину в його обширному творі «Історія рідкісних рослин».

Цікаво, що загублені зображення справді спливли згодом. Через 75 років їх опублікував Франциск Стербек. Він подумав, що якщо міністру освіти в Україні можна, то йому тим паче, — і зішкарлетив щонайменше 70 зображень для свого твору «Театр грибів». У небагатьох випадках Стербек указував авторство, але найчастіше зазначав, що малював з натури. Нормальні театри починаються з

гардероба, а цей стартував із запозичень [Money, 2007]. Як бачимо, перший книжковогрибний млинець був трішечки нанівець.

Однак далі — більше. Англійський натураліст Роберт Гук у 1664 році розконспірував мікроскопічні гриби. Він зробив зображення блакитної цвілі (можливо, це один з аспергілів або ж навіть грибоподібний організм з роду **Фізарій** (*Physarum*) [Leontyev, 2008]) та збудника іржі троянди (рід *Phragmidium*). Проте цей контакт під мікроскопом так і лишився поверховим [Леонт'єв, Акулов, 2007]. Ніби фотку в інстаграм виклав, але навіть мотиваційного хештегу в допис не бахнув.



Роберт Гук підглядає за таємним життям грибів

Довелося чекати 1727 року, коли вийшла праця Себастьяна Ваяна «Рослини». У ній дослідник класифікував гриби за новітнім способом. Основним критерієм класифікації він обрав структуру нижньої поверхні шапинки — пластинчасті, трубчасті, голчасті, зморшкуваті,

бугристі та гладенькі. Цю ознаку й досі використовує багато грибників. Хоч Себастьян Ваян і обрав для розрізнення вдалу деталь будови — він аж ніяк не розумів, що ці утворення є вкрай важливими для розмноження грибів.

Варто зазначити, що в ті часи це інтимне питання було неабиякою загадкою. Підступні гриби, на відміну від тих самих рослин, не цвіли й не пахли, а тому питання продовження їхнього роду було у владі містифікацій. Одна версія пояснювала, що гриби виникають унаслідок блискавки, друга — що це результат гниття, третя — взагалі наполягала, що ці істоти з'являються з роси або навіть просто з тіні. Тільки не кажіть про ці ідеї авторам факультативного курсу «Основи сім'ї», будь ласочка.

Через таку заковину виникла ще одна чудова відповідь на питання «Хто такі гриби?». Один травник XVI століття стверджував, що **«гриби — це діти богів, бо вони народжуються без насіння, не так, як усі інші»**. Визначення чудове, але виноград кишмиш від нього не в захваті.

Тому не дивно, що той самий Себастьян Ваян спробував виправити зміст терміна. Вийшло навряд чи дуже добре: коли читаєш, що **«гриби — це диявольський витвір, який порушує гармонію природи»**, то думаєш, наче це черговий протест проти вишок 5G. Але пан Ваян на цьому не зупиняється й додає: **«Це прокляте плем'я створене тільки для того, щоб бентежити найталановитіших дослідників і доводити до відчаю молодих ботаніків»**. Здається, що відповідно до цього визначення рецензенти моєї останньої статті — гриби.

Однак із часу роботи Ваяна страшенна таємниця розмноження грибів довго не протрималася. Від марень про блискавку, росу й лелек з капустою довелося відмовитися, адже П'єр Антоніо Мікелі був дуже забудькуватою людиною. Італійський учений забув шапінку гриба на робочому столі, поклавши її на аркуш паперу. Із часом з гриба випали пилоподібні структури. Пан Мікелі був не лише забудькуватим, а ще й дуже допитливим, тож помітив, що після потрапляння води ці структури починають проростати. У 1729 році він опублікував роботу, у якій повідомив світові про те, що гриби мають «насіння» [Agrios, 2005; Леонтьєв, Акулов, 2007]. Міф про непорочне зачаття вкотре було зруйновано.

Ця робота дуже вплинула на відомого натураліста Карла Ліннея. Він, працюючи над класифікацією усього живого, а часто й неживого, просто шаленів від грибів. За відсутності Джейсона Стетгема та Джорджа Орвелла він став автором культової фрази: «Порядок грибів — це хаос!».



У цих істотах Лінней бачив ознаки і мінералів, і навіть коралів. Але мікелівське відкриття «насіння» грибів однозначно вказувало на те, що це рослини. За ознаками зовнішньої будови Лінней виокремив низку груп грибів, щоправда, рід **Дрижалка** (*Tremella*) й лишайники він вважав водоростями.

Саме величний шведський натураліст зробив більше за всіх для вкорінення міфу про те, що **гриби — це відбиті наглухо рослини**. В останніх виданнях «Системи природи» Карл запроторив їх у 24 клас — разом із водоростями, мохами й папоротями вони оголошувалися

Криптогамними, або ж Таємношлюбними, — так, ніби ображався на них за те, що вони не покликали дослідника на своє весілля.



З мікологічними дослідженнями — кожен день свято

Попри це очевидне нині прикре самогубство наукова школа Карла Ліннея зробила дуже багато для розуміння справжньої природи грибів. Її дані сприяли тому, що в 1795 році Жан-Жак Поле запропонував термін «мікологія», який позначає науку, що вивчає грибні організми [Леонт'єв, Акулов, 2007]. Таким чином ця група чудернацьких істот виводилася з-під влади ботаніків. Але ті, звісно, не поспішали визнавати таке революційне рішення. Настільки не поспішали, що згодом цей термін довелося заново вводити іншому вченому — Майлзу Джозефу Берклі в 1836 році [Ainsworth, 1976].

Ще менше підтримки отримала ідея Отто фон Мюнхгаузена виокремити гриби в так зване Проміжне царство, тобто транзитне

чистилище між світом рослин і тварин. До його складу мали б увійти також корали й інші сидячі форми Кишководопорожнинних, що насправду вже було байками Мюнхгаузена.

Однак саме ця непопулярна ідея надихнула Христіана Готфріда Даніеля Ніса фон Ізенбека на створення концепції окремого царства **Гриби** (*Regnum Mycotoideum*). Таке рішення, здається, надовго випередило свій час, тому його теж дружно проігнорували [Леонт'єв, Акулов, 2007]. Пану Гансу взагалі не дуже щастило з визнанням, за пів століття до Луї Пастера він довів, що ідеям про самозародження місце не у відділі наукової літератури, а на розкладах фентезі та агітматеріалів про непереможність російської армії. Ніс фон Ізенбек проводив свої дослідження не над бактеріями, а над збудником хлібної цвілі та переконливо засвідчив, що для розвитку гриба потрібні його спори.

Кінець XVIII — початок XIX століття ознаменувався виходом праць Христіана Гендріка Персона, який розглядав гриби як відокремлену групу живих істот. Він увів для пояснення їхньої будови низку спеціальних термінів і розробив детальну систему, яка ґрунтувалася переважно на ознаках зовнішньої будови. Це призводило до анекдотичної спорідненості дощовика, трюфеля та слизовиків, що водночас ніяк не заперечувало важливості цієї класифікації. Популярність ученого була такою великою, що йому надсилали листи з вказівкою адреси «Персону, знаменитому вченому і монархові мікологів, Париж» [Леонт'єв, Акулов, 2007]. І нічого, навіть без поштового індексу доходило.

Розвивати погляди Персона взявся натураліст, ботанік, енциклопедист і магістр Великої ложі масонів Генріх Фрідріх Лінк, який у праці 1809 року розділив гриби на чотири класи, з-поміж яких особливу увагу викликають Паразитичні гриби. Тут учений пустився берега й пояснив їхню окремість тим, що вони самозароджуються під впливом соків хворих рослин. Франшизу містичного утворення життя підтримували до останнього.

Еліас Фріз поглибив систему Персона та спершу підтримував твердження про самозародження паразитів рослин. У цій вірі його впевненість живили спостереження, що часто на кожному виді рослини є свої, особливі «нахлібники». Однак із часом Фріз змінив свою думку.

Попри ці прогресивні рухи в розкритті природи грибних організмів дуже довго лишалися живішими за всіх живих уявлення про те, що **гриби — це навіть не рослини, а взагалі якісь мінерали**. Бельгійський ботанік Ноель Некер у своїх мисленнєвих експериментах зайшов так далеко, що взагалі почав вважати ці організми «відходами» рослин. Мій погляд на тарілку з тушкованими печерицями уже ніколи не буде таким, як раніше. Красно дякую, пане Ноелю!

Важлива подія сталася в 1834 році. У цей час Анрі Дютроше довів: те, що ми в побутовому розумінні називаємо «грибом», — це лише верхівка айсберга, його плодове тіло. Основна маса цих організмів — це скупчення ниток у землі чи всередині інших істот.

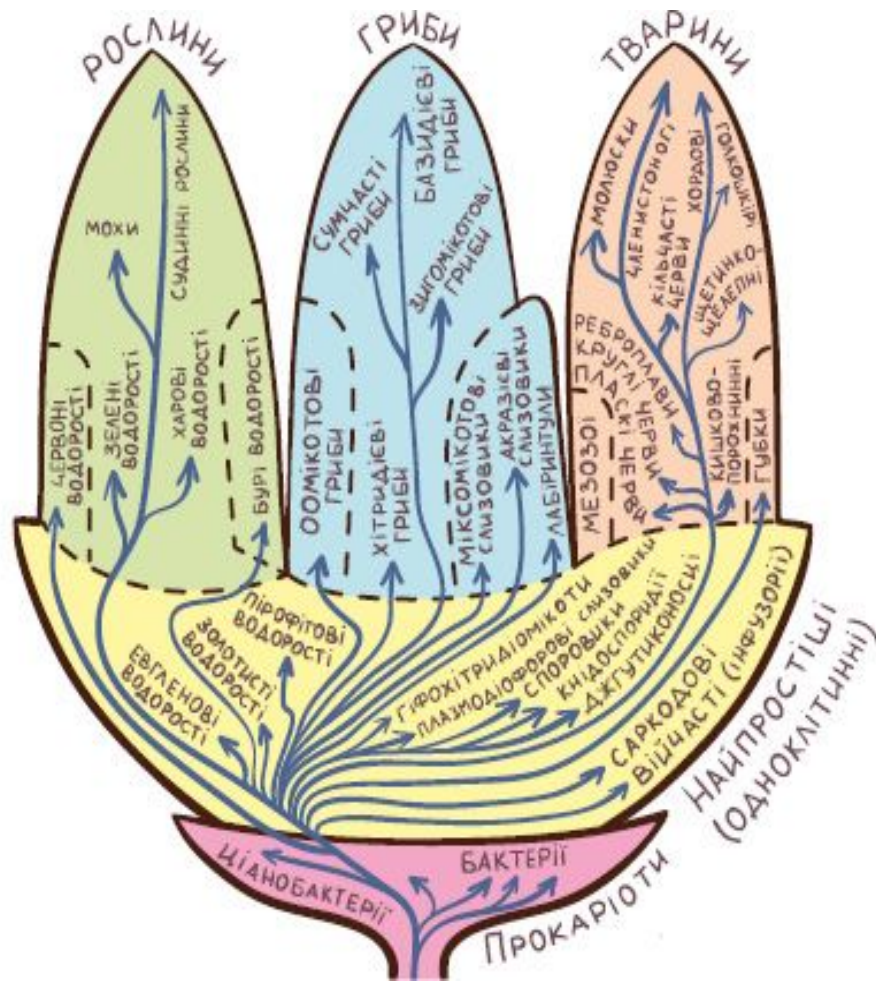
А в 1853 році Антуан де Барі зробив важливе узагальнення, що паразитичні гриби — це причина, а не наслідок хвороби. Так було проведено потужну операцію з демістифікації значної частини цих організмів [Леонтьєв, Акулов, 2007].

Наступне століття науковці накопичували дані, які вже не лишали й каменя на камені від думки, що гриби — це рослини, а тим більше, що вони якісь мінерали. Підсумував ці твердження Роберт Гардінг Віттекер, який 1959 року опублікував п'ятицарственну систему живого світу, де гриби офіційно отримали незалежність від інших типів істот [Ainsworth, 1976]. Давні ідеї Ніса фон Ізенбека нарешті запанували у своїй сторонці.

Ця важлива віха в систематиці на довгий час закрила питання щодо того, хто ж такі гриби. У вдосконаленій класифікації, що вийшла друком у 1969 році, пан Роберт відокремлював від решти живих організмів царство Монога, куди зараховував прокаріотичні організми, тобто істот, які не мають ядер у клітинах.

Одноклітинні істоти з ядром були виокремлені як *Protista* — **Найпростіші**.

Решту ж еукаріотів (ядерних) він розділив на три групи. Тих, хто отримував поживу, поглинаючи інші організми, було названо тваринами (Animalia). Такий тип живлення називають ще фагогетеротрофним.



Система п'яти царств Роберта Гардінга Вімтекера. Королівства Гондор і Рохан не позначені через масштаб

Істоти, яким не потрібна готова їжа, визнали рослинами (*Plantae*). Вони отримують необхідне через фотосинтез — процес, завдяки якому з води й вуглекислого газу під впливом сонячного проміння утворюються вуглеводи й кисень. Такий спосіб живлення називають автотрофним, а якщо точніше — автофототрофним.

Грибами (*Fungi*) ж, відповідно до цієї концепції, є ядерні організми, які поглинають поживні речовини з навколишнього середовища (тобто в них осмотрофне або ж осмогетеротрофне живлення). На довгий час це твердження стало істиною в останній інстанції — навіть копію цих визначень можна було не завіряти в нотаріуса: вони сприймалися як аксіома на уроках геометрії.

Проте ця іділія тривала лише до 1980–1990-х. Тоді накопичилося багато даних щодо будови клітин і геномів та особливості фізіології,

які струнку й зрозумілу концепцію царства *Fungi* перемішали в грибне ризото [Cavalier-Smith, 1987].

Виявилось, що це збірна група, у яку об'єднували низку неспоріднених між собою гілок дерева життя, а чимало істот (мікроспоридії), яких ніхто й під грибами не вважав грибами, такими насправді були. Шматки цього пазла ми зберемо на дереві життя в одному з наступних підрозділів книжки.

Відповідно до новітньої концепції, **грибами можуть називатися лише відділи грибів, які належать до групи Опістоконтів, або Задньоджгутикових**. Ось така неочікувана, але найточніша друга відповідь на питання «Хто такі гриби?».

Спільна ознака групи полягає в тому, що рухомі стадії її представників мають лише один задній джгутик (структура для пересування у вологому середовищі), тоді ж як інші живі істоти мають один або кілька передніх джгутиків. Тому наступного разу, коли знайдете в лісі якийсь неопізнаний об'єкт і сумніватиметесь, гриб це чи ні, — просто пошукайте з мікроскопом рухомі стадії та порахуйте джгутики. Але й у цю зручну схему визначення прокралася величезна зрада. Так ви зможете виявити хітридієві гриби, адже решта генетичних ліній умудрилися в процесі своєї еволюції загубити рухомі стадії.

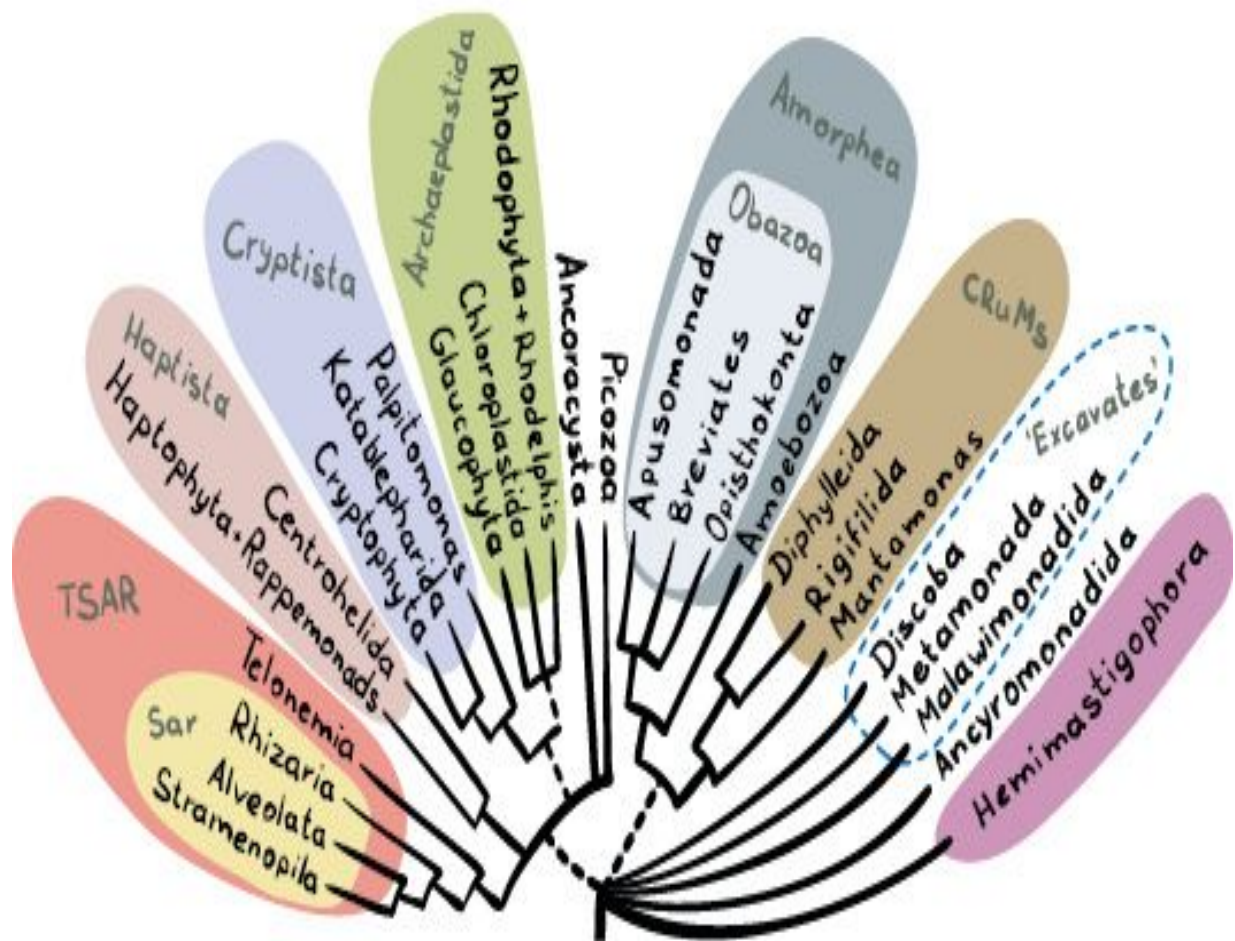
Тому якщо з певних причин задньоджгутикова дефініція вас не влаштовує, можна взяти на озброєння ще одне чудове визначення Девіда Гаксворта: **гриби — це організми, які вивчають дослідники грибів (мікологи)**. Ну, а яблуна — це... гм... яблуна.

Гриби на дереві життя

Із часів актуальності віттекерівської п'ятицарственної системи багато води збігло в курсових роботах студентів і пухких романах письменників різних жанрів. Як дані детального дослідження мікроскопічної будови клітин, так і дослідження ДНК чітко та ясно показали, що гриби в класичному розумінні — це не монолітна група родичів, а просто клуб за інтересами, який збирається по суботах заради обговорень книжки й безкоштовного печива. Ба більше, гриби

— це своєрідна секта, яка ходить по будинках із питанням: «Хочете поговорити про оглядову?».

Щоб побачити, наскільки різні представники цієї групи, відкладімо всі справи й погляньмо на еволюційне дерево еукаріотів — організмів, які є щасливими власниками ядра у своїх клітинах. За допомогою цієї структури вони зберігають набір генетичної інформації та менше бідкаються, у якому кутку клітини розміщується потрібний шматок ДНК.



Еволюційне дерево ядерних організмів

Еукаріоти, або ж ядерні організми, — це дуже різноманітна група. Тому їхній родовід нагадує могутнє крилате дерево з безліччю великих скелетних гілок, з яких виходять дрібніші гілочки [Tree..., 2020]. Тому уявімо себе типовим мисливцем за трутовиком сірчано-жовтим і спробуймо пошукати на цьому еволюційному дереві гриби.

Для початку знайдемо на ньому гілку зі справжніми грибами — і це саме той випадок, коли не варто пиляти гілку на якій сидиш, адже ми з вами розташовані на кроні цього дерева дуже близько. Погляньмо на величезне відгалуження ядерних істот, яке називається Аморфея (*Amorphea*). Поряд з дуже дивними сусідами в цьому мікрорайоні мешкають представники групи Задньоджгутикових, або Опістоконтів (*Opisthokonta*). Безперечно, у цих створених біологами для лайки словах відчувається щось рідне. Це й не дивно, адже і автор книжки, і його читачі також є опістоконтами, як не крути. Вважається, що родовід задньоджгутикових відокремився від решти еукаріотів понад 1,3 мільярда років тому — і цього часу було достатньо, щоб наші спільні з грибами предки утворили дві різні лінії у своєму складі.

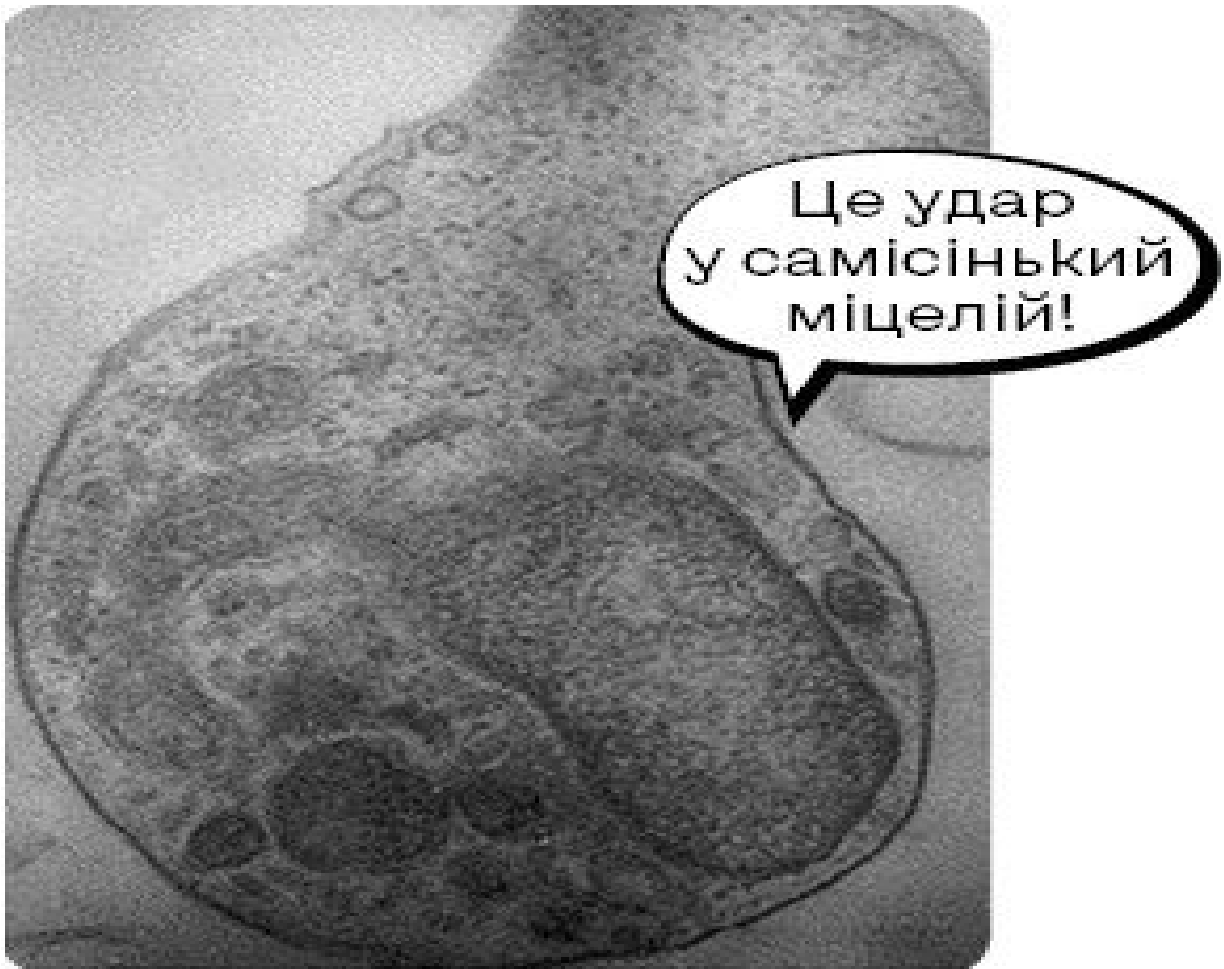
Одна називається **Голозоа** (*Holozoa*): до неї і входять тварини та споріднені з ними одноклітинні істоти. Друга ж сестринська гілка має горде ймення **Голомікота** (*Holomycota*). От вона й охоплює всіх справжніх грибів. Тому з еволюційного погляду ми з грибами, може, і не брати, але точно сестри.

Хто ж належить до цих справжніх грибів? Коротко перерахуємо тут знайомих і незнайомих, детально не занурюючись у їхні особливості та пов'язані з ними історії, щоб випадково не завершити книжку цим розділом.

Отже, до справжніх грибів належать **розеліди** (*Rozellomycota*) — це внутрішньоклітинні паразити ядерних організмів — переважно грибів і їхніх грибоподібних колег, а також водоростей. Від «нормальних» грибів розеліди відрізняються відсутністю хітину у складі клітинних стінок. Описали першого представника групи ще в 1872 році завдяки Марі Максиму Корню. Одразу рід **Розелла** (*Rosella*) зараховували до хітридієвих грибів. Але потім неочікувано виявили, що геном цих істот споріднений з послідовностями ДНК, які були отримані зі зразків прісної води й належали невідомо кому. Ці розшифрування геному раніше позначали як еволюційну гілку — LKM11. Дослідження 2010 року довело, що це представники тієї самої групи живих істот — розелід [Lara et al., 2010]. Більшість з них відомі не як описані види, а як зразки ДНК навколишнього середовища, або eDNA, — це ДНК, яка збирається з різних зразків довкілля, як-от ґрунт, морська вода, сніг

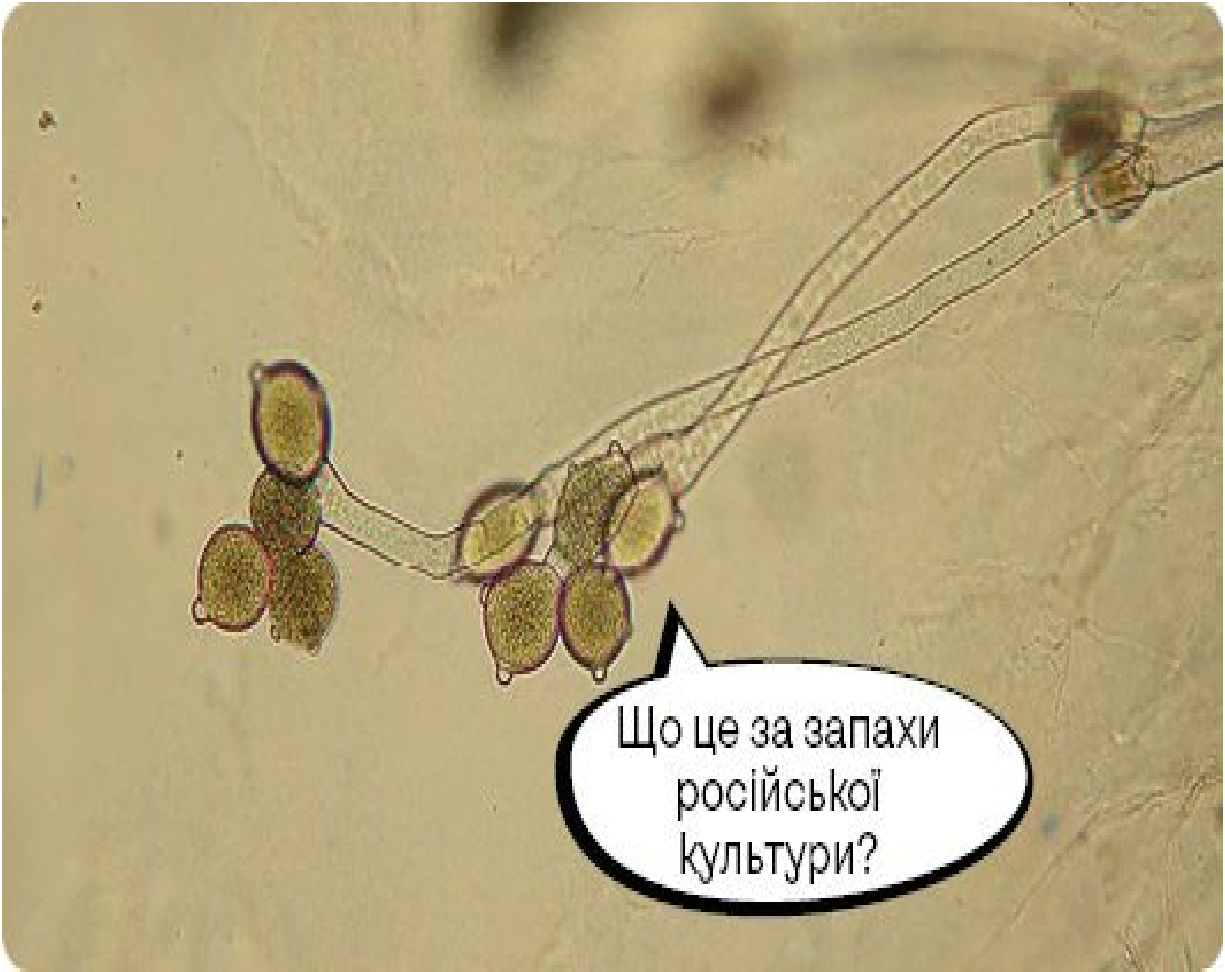
або повітря, а не безпосередньо з окремого організму. Тому ніякого кошика для збору таких грибів — потрібні мікропробірки!

Друга група грибів, які входять до Задньоджгутикових, називається **афелідами** (*Aphelidiomycota*). І на гриби вони теж схожі не більше, ніж російська федерація на країну з розвинутою демократією. Це близько 11 паразитів планктонних водоростей.



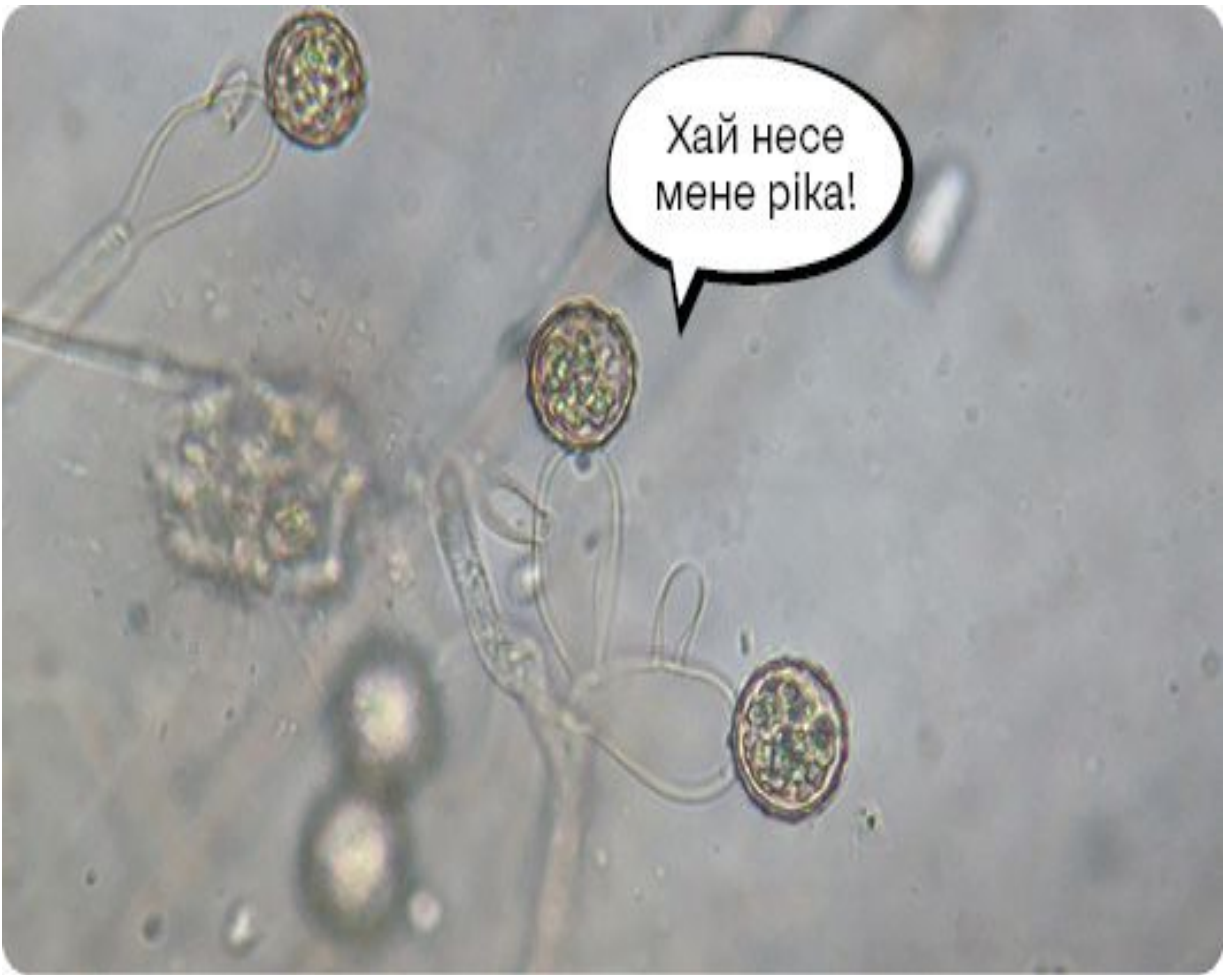
Зооспора гриба амебоафелідія надулася через те, що ти не вважаєш її грибом

Бластокладієві гриби (*Blastocladiomycota*) — ще одні маловідомі мікроскопічні істоти, які можуть жити на пилку, джерелах кератину, целюлози й хітину, а деякі представники цієї групи освоїли нішу паразитів і відбирають ресурси у круглих червів, ракоподібних, комах, квіткових рослин, тихоходів і навіть інших бластокладієвих грибів.



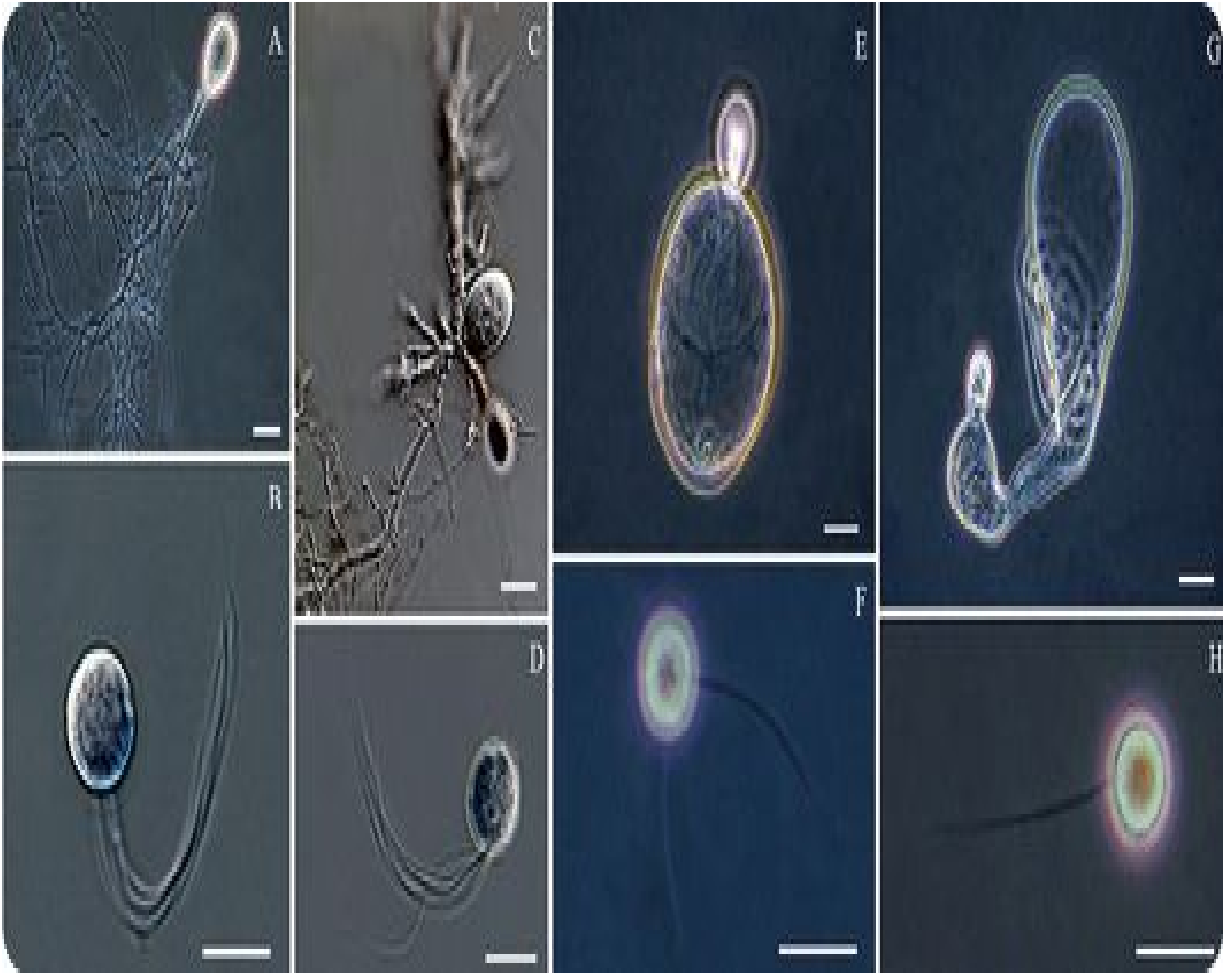
Представник бластокладієвих грибів аломіцес, якого виділили з коров'ячих екскрементів

Моноблефарові гриби (*Monoblepharomycota*) — ще одні «не зрозуміло, що за гриби». Родичі хітридієвих, про яких ми ще згадаємо в цьому розділі. Багато представників обрали амплуа сапротрофів (розкладачів мертвої органіки), і їх виділяють з таких екзотичних субстратів, як плаваюча насінинка кунжута у водоймі штату Мен (це сталося з **моноблефарієм мінливим** (*Monoblepharis polymorpha*) на світлині). Одначе серед них трапляються й паразити золотистих водоростей, які мешкають у прісних водоймах.



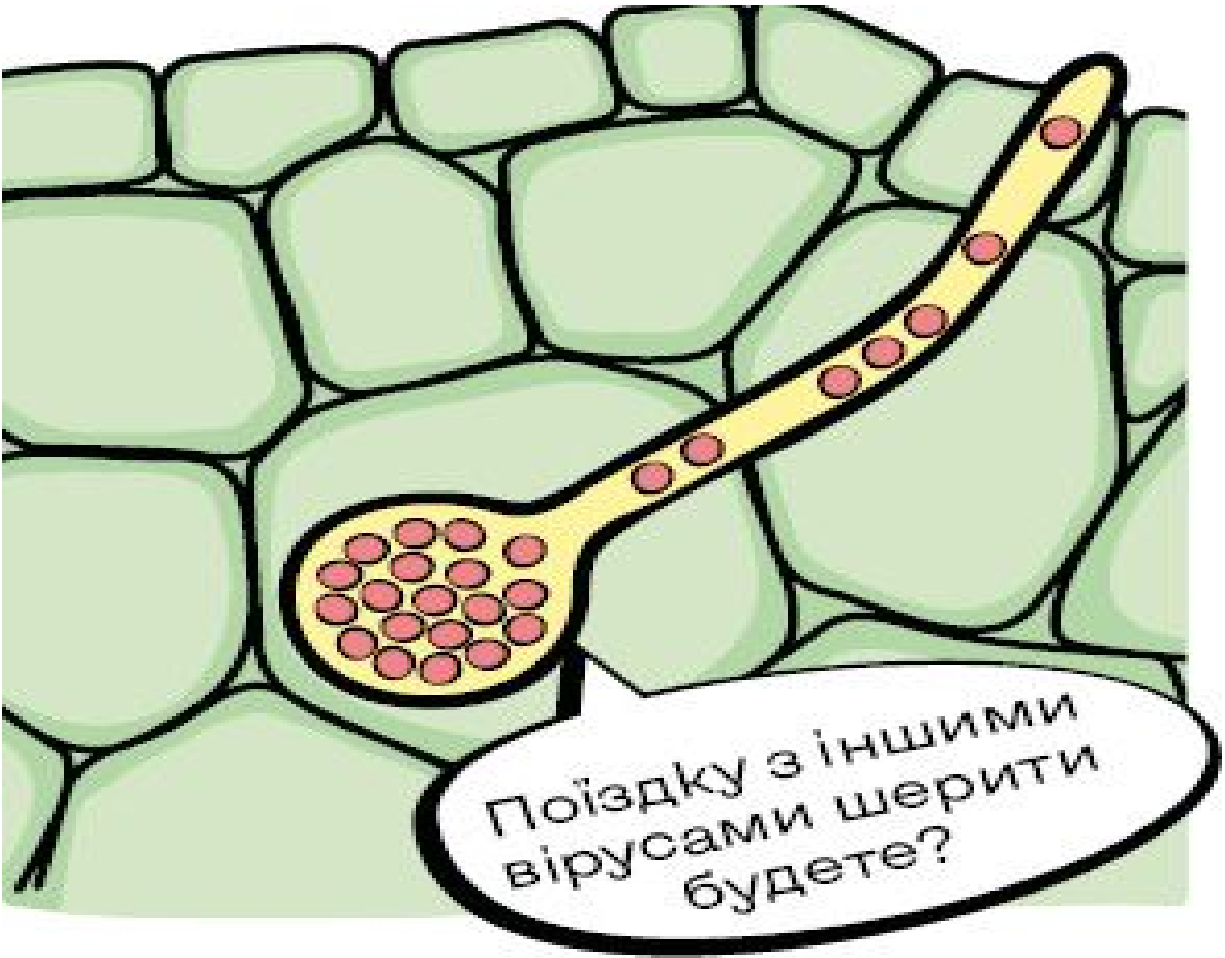
Моноблефарій мінливий пливе один на своєму кунжутному каное в Країну мрій. На світлині помітні спочиваючі спори, розташовані на спорожнілих структурах грибного організму

Неокалімастигові гриби (*Neocallimastigomycota*) — істоти, які відмовилися від кисневих принад цього світу й аскетично вибрали жити у травному тракті ссавців. Спершу їх виділили з рубця, відділу шлунка в овець — і це була своєрідна сенсація. До цього вважали, що там мешкають лише бактерії і так звані найпростіші — одноклітинні істоти, схожі на тварин. А тут на тобі — у цій особливій екосистемі є ще й гриби! Із часу відкриття в 1975 році неокалімастигові гриби втратили статус ексклюзива для овець, адже їх знайшли в багатому внутрішньому світі понад 50 видів ссавців — і людина тут не є винятком [Rodríguez et al., 2015]. Тому міцно тримаємо свічку неокалімастигових грибів у собі й дивуємось, наскільки ми елітна нерухомість для мікроскопічних істот, адже хто тільки нашої багатоповерхівки не населяє.



Іноді в животі пурхають не метелики, а неокалімастигові гриби

Ольпідієві гриби (*Olpidiomycota*) — ще одні фрагменти колишньої величної групи хітридієвих, яку пошматувало на друзки молекулярними й цитологічними дослідженнями. Унаслідок цієї таксономічної Чорнобаївки ольпідієвих грибів куди лишень не зараховували, аж допоки перестали терпіти ці борошна й нарешті визнали за окремий відділ. Ці мікроскопічні сонечка паразитують на всьому, що рухається й не рухається, однаке найбільше ми знаємо про ольпідієві гриби через їхні капості для сільськогосподарських рослин. І часто найсерйознішими халепами є не лише проникнення гриба в рослину, а те, що ольпідієві гриби — це таксі для низки вірусів — варикозовіруса, що викликає розростання жилок салату, віруса тютюнової мозаїки й низки вірусів, які уражають представників родини Гарбузові.



Базидіоболові гриби (*Basidiobolomycota*) — ще одні і женці, і на дуду греці, адже представників цієї групи можна зустріти і на загнилих плодах та іншій органіці, і просто в ґрунті, і навіть в інших організмах. Вид **базидіобол жаб'ячий** (*Basidiobolus ranarum*) також відомий як причина підшкірного зигомікозу, що найчастіше проявляється як безболісний вузлик на шкірі, хоч іноді можуть розвиватися й серйозніші симптоми.



Базидіобол жаб'ячий просто зі шкіри пнеться, хоче викликати симптоми підшкірного зигомікозу

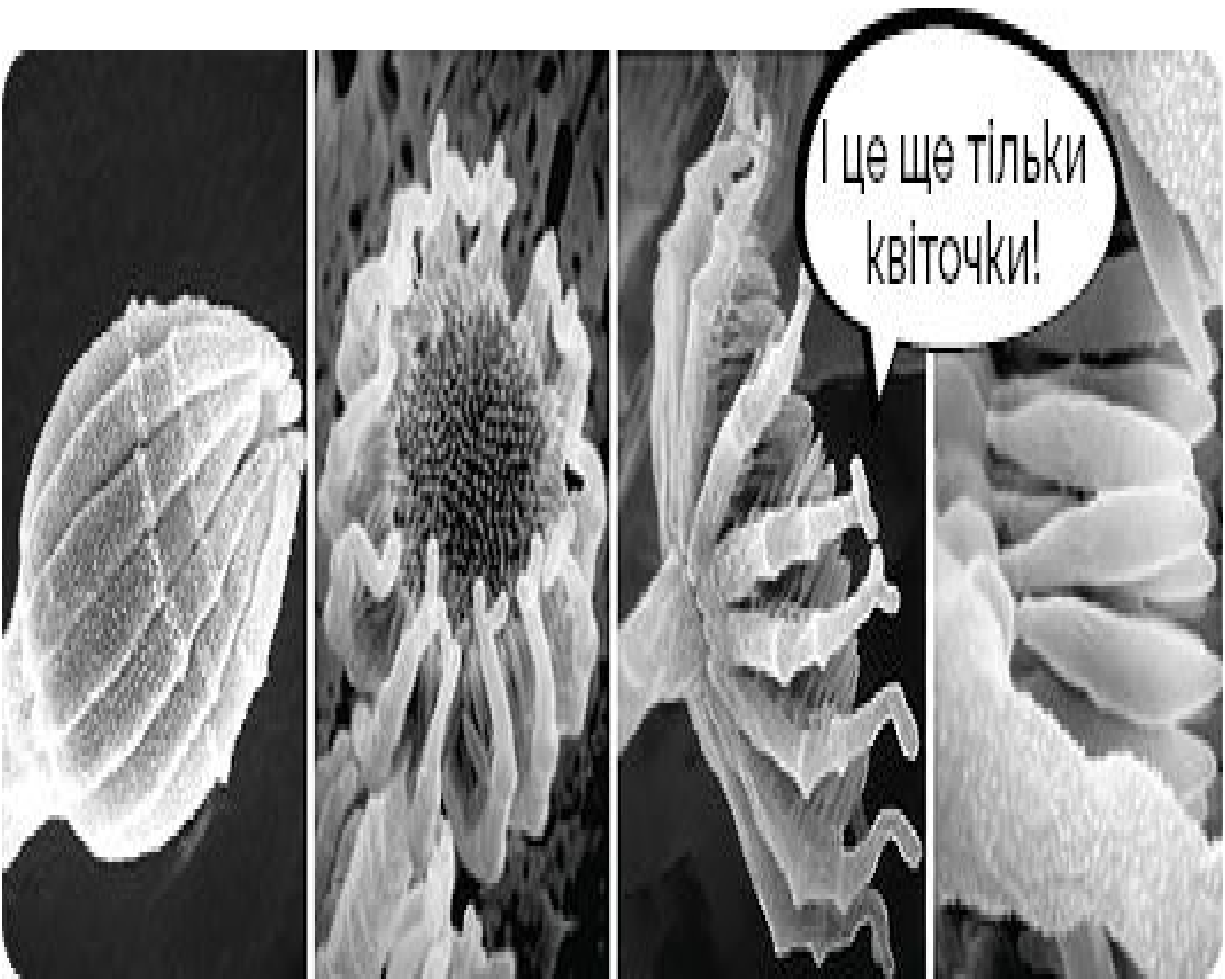
Ентомофторові гриби (*Entomophthoromycota*) — це близько 250 відомих видів паразитів членистоногих або розкладачів мертвечини, що ростуть у ґрунті та лісовій підстилці. Сюди належить **пандора мурахова** (*Pandora formicae*) — рідкісний і загадковий убивця комах зі складною соціальною поведінкою. Жертви цього грибного ляльководи виповзають на верхівки травинок та гілок поблизу мурашиних стежок чи поселень — і помирають. Крізь їхні мертві тіла проростають структури, які поширюватимуть конідії (нерухомі спори грибів). Ті падатимуть і уражатимуть нові групи мурах [Małagowska et al., 2017].





Малий лісовий мураха і його нічний жах — пандора мурахова

Кікселові гриби (*Kickxellomycota*) — група, яка об'єднує паразитів грибів, розкладачів органіки й навіть тих організмів, які не можуть обійтися без співжиття з іншими істотами, тобто є симбіонтами. Назва походить від роду **Кіксела** (*Kickxella*), який ушановує бельгійського ботаніка Жана Кікса. Типовим видом кіксел є *Kickxella alabastrina*, яку в 1947 році зібрали на кінському посліді у Вельсі. У зрілому стані гриб нагадує чи то квіточку, чи то суцвіття Айстрових, але в будь-якому разі його структура прикрашає такий специфічний і запашний ландшафт [O'Donnell et al., 1998].



«Квіточки» кіксели

Зоопагові гриби (*Zoopagomycota*) — паразити інших грибів, а також амеб, коловертів і круглих червів. Деякі представники цієї групи можуть жити на поверхні господаря (ектопаразити). Вони мають засіб проникнення всередину тіл інших істот — гаусторій. За допомогою нього гриби збирають податки зі свого господаря. Ця структура аналогічна проникним органам рослин-паразитів, тому поведінкою зоопагові гриби недалеко пішли від тієї самої омели на деревах.

А от іншим представникам цієї групи подавай затишні умови. Вони повністю проникають у тіла господарів. Цих домосідів, які гуляють на вулиці лише в стадії спор, називають ендопаразитами.

У складі зоопагових є гриб з багатообіцяльною родовою назвою — **Тваринопоїдач** (*Zoophagus*). Він трапляється у прісних водоймах — у різноманітних ставках і на очисних спорудах. Гриб утворює нитчасте тіло з бічними клейкими гілочками, до яких можуть прилипнути його

жертви — коловертки чи круглі черви. Тому якщо вам набридли фільми про Людину-Павука — вимагайте екранізації історії про цього Гриба-Павука.

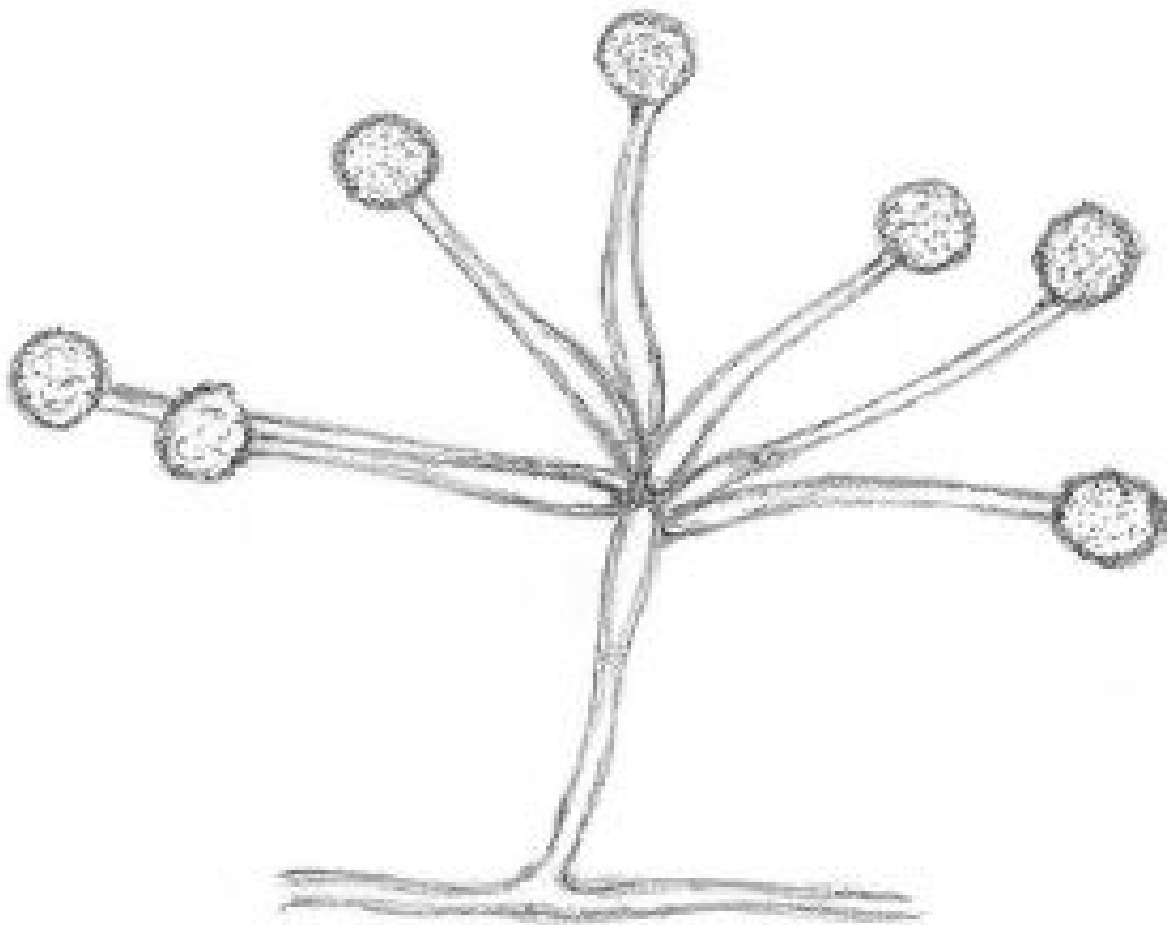


Не запливайте за буйки — там можуть бути пастки гриба Тваринопоїдача

Мукорові гриби (*Mucoromycota*) вам точно не видаватимуться якоюсь абстракцією, адже саме до них входять збудники цвілі багатьох харчових продуктів. Деякі види викликають захворювання сільськогосподарських рослин, що може добряче зменшити урожай злакових культур. А в людей мукорові гриби здатні спричинити важке захворювання, яке вражає ніс, очі та головний мозок, — мукормікоз. Про цих істот ми ще поговоримо детальніше.

Мортиєрелові гриби (*Mortierellomycota*) — це переважно вільні жителі ґрунтів, перетравлювачі гнилих листочків, прихильники фекалій і мертвих тіл членистоногих, які рідко обирають кар'єру

паразита. Хоча вид **мортиєрела Вольфа** (*Mortierella wolfii*), який часто мешкає в такому чарівному місці, як гнилий силос, може спричинити захворювання у тварин (і людей також). Ці мікроскопічні істоти можуть навіть викликати аборт великої рогатої худоби та пневмонію. Чимало представників мортиєрелових грибів вважаються перспективними для розробки біотехнологічних процесів синтезу жирних кислот [Nisha, Venkateswaran, 2011].



Не головоногий молюск, а гіллясті спороносні структури мортиєрели

Калькариспорові гриби (*Calcarisporiellomycota*) — ще одні темні конячки грибного царства. Першого представника цієї групи було відкрито в Британії 1970 року на ґрунті, де випалювали вугілля. Певний час науковці думали, що це одна зі стадій розвитку сумчастих грибів. Але «дзуськи» на цю ідею сказала молекулярка — це ближчий родич мукорових грибів.





*Маленька синя цятка — це не лише про нашу планету. Це ще й про ядро в нерухомій спорі
калькариспорієли теплолюбної*

Гломерові гриби (*Glomeromycota*) — це таємний уряд живого світу. Його представники мешкають під землею, де створюють з рослинами взаємовигідні спілки — мікоризи. Вони відіграли важливу роль в еволюції живого світу в минулому, а також є важливими елементами сучасних екосистем. Тому ми ще зустрінемося з ними на сторінках цієї книжки.

До справжніх грибів також належать **базидієві**, або **базидіомікоти** (*Basidiomycota*). Серед них і трутовики на деревах, і печериці на сковорідці, і білі гриби в банці, а також збудники сажкових та іржастих захворювань рослин.

І, звісно, ще одна велика група грибів входить у когорту справдешніх — **сумчасті**, або **аскові, гриби** — вони ж **аскомікоти** (*Ascomycota*). До

неї входять і дріжджі в тісті й напоях, і паразити рослин, і трюфелі та інші неймовірні, отруйні, смачні, а подекуди й психоделічні організми.

Часто саме образи базидієвих та аскових зринають у мозку, коли хтось десь обмовиться про гриби. Але чи то сувора, чи то чарівна реальність ховає під брендовою вивіскою цього царства дуже різноманітних істот.

До речі, якщо спершу новітні дослідження шматували на печерицеве ризото цю нещасну групу грибів і звужували коло істот, яких ми ними вважали, то тепер є і зворотна тенденція.

Погляньте на цю неприховану красу під чарівною назвою **гіалорафідій зігнутий** (*Hyaloraphidium curvatum*). Рід *Hyaloraphidium* описали в 1931 році як представника зелених водоростей. Хоч спостережувані особини за пігментацією мало нагадували Шрека, але особливості розмноження й деталі будови клітини видавалися подібними до представників зелених водоростей з родини **Анкістродесмових** (*Ankistrodesmaceae*). Та проведене у 2000 році детальне вивчення структури цієї істоти за допомогою електронної мікроскопії й розшифрування геному показало, що водоростю тут і не пахне [Ustilova et al., 2000]. Ця істота належить до групи грибів — до того ж найсправжнісіньких, з родоводу опістоконтів! Вітаннячка з поверненням до своїх коренів, шановний гіалорафідіє!



Це факт!

Подібна історія трапилася з істотою на ймення **Фонтикула** (*Fonticula*). Вона має унікальне плодове тіло, яке нагадує вулкан, що вивергає лаву. Замість розпечених мас геологічних порід із цього «кратера» викидаються спори.

Мікроскопічний вулканізм

Фотографія багатоклітинного плодового тіла фонтикули за Brown, M. W. (2010) та схема утворення спор за (Deasey 1982)

BOOK2GO
ЕЛЕКТРОННІ КНИГИ

КУПИТИ