1. Загальна характеристика плісеневих грибів та їх значення в харчовій промисловості

Плісеневі гриби (пліснява) — це різнорідна група еукаріотичних мікроорганізмів, які характеризуються **міцеліальною (нитчастою) будовою** та відсутністю великих макроскопічних плодових тіл. Вони є гетеротрофами (осмотрофами), тобто поглинають поживні речовини всією поверхнею тіла.

- **Загальні біологічні ознаки:**
    - Тіло складається з тонких ниток — **гіфів**, які розгалужуються і утворюють грибницю (**міцелій**).
    - Міцелій може бути несептованим (одноклітинним, багатоядерним) або септованим (багатоклітинним).
    - Розмножуються переважно безстатевим шляхом (спорами, конідіями) та вегетативно (фрагментацією міцелію), хоча у багатьох видів є й статевий процес.
    - Аероби (потребують кисню), полюбляють вологе середовище, слабкокислий pH та температуру в межах +20...+25 °C (хоча багато видів психротрофні і ростуть у холодильниках).
- **Значення в харчовій промисловості:**

    Позитивне (корисне): Використовуються у біотехнологіях для виробництва елітних сирів (Рокфор, Горгонзола за участю *Penicillium roqueforti*; Камамбер, Брі — *Penicillium camemberti*). Також є продуцентами ферментів (амілаз, протеаз, пектиназ), органічних кислот (лимонної, глюконової за допомогою *Aspergillus niger*) та антибіотиків. В азіатській кухні пліснява *Aspergillus oryzae* (кодзі) слугує для ферментації соєвого соусу та місо.

    Негативне (шкідливе): Спричиняють біодеградацію та псування харчових продуктів (пліснявіння хліба, фруктів, овочів, м'яса). Це призводить до колосальних економічних збитків та робить їжу непридатною і небезпечною для споживання через накопичення токсинів.

2. Що таке мікотоксини? Їх властивості

Мікотоксини — це вторинні метаболіти низької молекулярної маси, які виробляються плісеневими грибами і мають **високу токсичність для людини та тварин**.

- **Основні властивості мікотоксинів:**
    - **Термостабільність:** Більшість мікотоксинів не руйнуються під час звичайної кулінарної чи технологічної обробки (варіння, смаження, пастеризація, випікання).
    - **Хімічна стійкість:** Вони резистентні до дії кислот і багатьох консервантів.
    - **Прихована дія:** Продукт може зберігати високу концентрацію токсину навіть після того, як сам міцелій гриба загинув або був видалений механічно.
    - **Біологічний ефект:** Чинять канцерогенну (викликають рак, особливо рак печінки), мутагенну, тератогенну (вади розвитку плоду) та імуносупресивну дію.
- **Найнебезпечніші представники:**
    - *Афлатоксини* — найсильніші гепатотоксини та канцерогени, часті гості на горіхах та зернових.
    - *Охратоксини* та *зеараленон* — вражають нирки та репродуктивну систему.
    - *Патулін* — накопичується у підгнилих яблуках та соках з них.

3. Приклади та характеристика представників з різних класів

Сучасна систематика розділяє гриби на кілька філ (типів) та класів. Розглянемо головних «промислових» та «побутових» представників плісняви:

- **Мукор (Mucor) та Ризопус (Rhizopus)**
    - *Систематична група:* Тип Зигомікотові (Zygomycota), клас Мукороміцети.
    - *Характеристика:* Мають **первинний одноклітинний (несептований) багатоядерний міцелій**. Органами безстатевого розмноження є **спорангії** — кулясті головки на довгих ніжках (спорангієносцях), всередині яких утворюються ендогенні спори.

    - *Значення: Mucor mucedo* — біла цвіль, що з'являється на хлібі та овочах. Деякі види використовуються в Азії для отримання ферментованих продуктів (темпе) або як джерела ферментів.
- **Пеніцил (Penicillium)**
    - *Систематична група:* Тип Аскомікотові (Ascomycota), клас Євроціоміцети.
    - *Характеристика:* Мають **багатоклітинний (септований) міцелій**. Органами безстатевого розмноження є **конідієносці**, які на кінцях розгалужуються і нагадують пензлики (китиці). Екзогенні спори (конідії) відшнуровуються ланцюжками з верхівок цих пензликів (фіалід).
    - *Значення: Penicillium chrysogenum* — продуцент першого в світі антибіотика пеніциліну. *P. roqueforti* та *P. camemberti* — незамінні у сироварінні. Разом з тим, багато видів викликають зелену та сизу гниль цитрусових і яблук.
- **Аспергіл (Aspergillus)**
    - *Систематична група:* Тип Аскомікотові (Ascomycota), клас Євроціоміцети.
    - *Характеристика:* Міцелій багатоклітинний. Конідієносці на кінцях мають кулясте або булавоподібне потовщення, від якого радіально відходять фіаліди з ланцюжками конідій. Така структура візуально нагадує верх лійки, з якої бризкає вода (тому його називають «лійковим грибом»).
    - *Значення: Aspergillus niger* (чорний аспергіл) — головне джерело промислового отримання лимонної кислоти. *Aspergillus flavus* — небезпечний шкідник зерна, що виробляє смертоносні афлатоксини.

---

4. Роль спороутворення у плісеневих грибів

Спороутворення є ключовим етапом життєвого циклу плісені та виконує три фундаментальні біологічні функції:

- **Розмноження (збільшення чисельності):** На відміну від бактеріальних спор (які слугують лише для виживання), одна грибниця здатна утворювати мільйони або мільярди спор (або конідій). Це забезпечує вибухове геометричне зростання популяції гриба за короткий проміжок часу.

- **Розселення та дисемінація:** Спори плісняви дуже дрібні, сухі та легкі. Вони легко підхоплюються повітряними потоками (аерогенний шлях), водою, комахами або тваринами і розносяться на величезні відстані, колонізуючи нові субстрати.
- **Виживання в несприятливих умовах (резистентність):** Хоча грибні спори безстатевого розмноження менш стійкі, ніж бактеріальні ендоспори, вони все одно мають щільну захисну оболонку (часто з пігментами, наприклад, меланіном). Вони допомагають грибу пережити періоди посухи, низьких температур, ультрафіолетового випромінювання та дії помірних доз дезінфектантів, зберігаючи життєздатність роками.