

*Penészgombák élelmiszeripari jelentősége, és leküzdésük problémái*

*1. Penészgombák élelmiszeripari jelentősége*

A penészgomba elnevezés nem rendszertani kategória, a hasonló megjelenésű és formájú hifafonális, micéliumos gombák gyűjtőneve, amelyek vatta- vagy nemezszerű bevonatot alkotnak az anyagok felületén. Mikroszkópikus alakjuk különböző, és rendszertani rokonságuk is olykor igen távoli, de gyakorlati szempontok indokolják együttes tárgyalásukat.

Élelmiszeripari szempontból a penészgombák megítélése terméktípustól és technológiától függően eltérő. Leggyakrabban káros tevékenységük, az élelmiszerek romlása, használati anyagok (papír, gumi, bőr..) penészedése társul a penészgombák fogalmához.

A gazdasági veszteségen túl sok penészgomba mérgező anyagcseretermékei, a mikotoxinok révén, közvetlenül pedig allergén tulajdonságuk miatt egészségügyi veszélyt is jelenthetnek. A mikotoxinok szervezetre gyakorolt hatása sokféle: májkárosító, vesekárosító és idegméreg hatás, az emésztőrendszer működészavara és megbetegedése, hormonhatású anyagok - melyek kórosan befolyásolják a nemi működést- és más idegrendszeri zavarokat előidéző anyagcseretermékek termelése, de legveszélyesebb a rákkeltő tulajdonságú metabolitok termelése. Az egyes mikotoxinok általában az élelmiszerfeldolgozó műveletek hatására sem inaktiválódnak.

Nem véletlen tehát, hogy az élelmiszertartósítási tevékenység alapvetően a penészgombák és spóráik elpusztítását is magában foglalja.

Ugyanakkor bizonyos esetekben az élelmiszerek készítéséhez nélkülözhetetlen segédanyagok (pl. sajtok, szalámi érlelése), ipari alkalmazásuk pedig nagy gazdasági haszonnal jár (pl. gyógyszeripari intermedierek, antibiotikumok, enzimek, szerves savak termelése). A penészgombák által termelt anyagok is sok esetben élelmiszeripari segédanyagként kerülnek felhasználásra (pl. pektinbontó enzimek).

A penészgombák a természetben elsősorban a talajban szaprofitaként élnek, spóráik a levegővel terjednek és kerülnek a növényi anyagokra, élelmiszerekre. A növényeket már a termelőhelyen megtámadó, parazita gombákat általában nem tekintik az élelmiszermikrobiológusok penészeknek, bár nem lehet őket egymástól élesen elhatárolni. A növényi kórokozók gyakran okoznak komoly elváltozást az élelmiszeripari nyersanyagként szolgáló termékeken, amelyek ezért csökkent értékűvé, vagy használhatatlanná válnak. Gyakori az is, hogy a növényi kórokozó gomba utat nyit a szaprofita, másodlagosan károsító penészgombáknak, amelyek tevékenysége a szedés, betakarítás után, a tárolás alatt jelentkezik.

A penészgombák romlást okozó, lebontó tevékenysége, illetve mikotoxin termelése akkor következik be, ha az élelmiszerekben el tudnak szaporodni. Növekedésükhöz, szaporodásukhoz a penészgombák megfelelő tápanyagokat és alkalmas környezeti körülményeket igényelnek. Minden penészgomba heterotrof és nagyon sokféle szerves vegyületet képes felhasználni, szénforrásként a legkülönbözőbb szerves vegyületeket tudják hasznosítani, köztük a cellulózt és más összetett szénhidrátokat, mivel sokféle extracelluláris enzimet termelnek. A természetes szerves anyagok többsége a penészgombák nitrogénigényét kielégíti, legtöbbjük a szerves nátriumsókat is jól hasznosítja. A legtöbb penészgomba mindenféle nyers és feldolgozott élelmiszeren bőségesen talál lebontható szerves anyagokat. Bár egyesek bizonyos termékeken jobban szaporodnak (pl. *P. expansum* almán), mások pedig néhány termékre specializálódtak (pl. *P. italicum* citrusfélékra), többségük szaporodását és tevékenységét a megfelelő tápanyag hiánya ritkán korlátozza. Ezért okoznak a penészek gyakran szembetűnő állomány, íz, illat, színváltozással járó romlásokat az élelmiszerekben.

A penészgombák szénhidrátokkal szembeni igénytelenségét mi sem jellemzi jobban, mint hogy a szervesanyag lebontás, a *biológiai korrózió* gyakori résztvevői. Soknak közülük táptalajként már a szerves szénforrás nyomai is elegendők, így műanyagokon is meg tudnak telepedni, és alapvetően megváltoztathatják azok mechanikai, kémiai, fizikai tulajdonságát (pl. ridegség, áteresztőképesség változás, tömeg csökkenés, elszíneződés). Pl. Karszt

barlangok sajátos mikroklímájában a penészgombák hatására az elektromos vezetékek műanyag bevonata elveszítette szigetelési ellenállását.

E szempontokat különösen fontos figyelembe venni a csomagolóanyagok, belső falburkolatok anyagainak, valamint tömlők és műanyag alkatrészek kiválasztásánál.

A tápanyagösszetételnél sokkal lényegesebb a környezeti tényezők befolyása. Bár a penészek általában a savas pH-t kedvelik, szaporodási pH tartományuk igen széles, többnyire 2-9 közötti. A gombák anyagcseretermékei között sok szerves sav fordul elő, ezért, ha a termék pufferkapacitása nem elég nagy, az anyagcseretevékenység megkezdése utáni pH csökkenés a penészgomba szaporodásához még kedvezőbb feltételeket teremt.

A külső környezeti feltételek közül az élelmiszerekben lévő penészgombák szaporodását főleg a nedvességtartalom az oxigén és a hőmérséklet határozza meg. Az oxigénen kívül (obligát aerobok lévén) leginkább a nedvességet igénylik, de többségüknek a tápközeg néhány százalékos víztartalma, sőt a levegő szokásos páratartalma is elegendő. Így a penészgombák ott is romlást idézhetnek elő, ahol a tartósítási eljárás a baktériumok növekedését meggátolta pl. savanyított, sózott, szárított, cukrozott, fagyasztott élelmiszerek esetében. Hőmérsékletigényük szerint a mezofil és pszichrotrof szervezetek közé tartoznak, 50-60°C-on könnyen elpusztíthatók, spóráik sem hőállóak (kivétel a *Byssoschlamys fulva*).

A spóráik fertőtlenítőszerrel szemben azonban igen ellenállóak.

## *2. Élelmiszerekkel kapcsolatban megfogalmazott legfontosabb követelmények*

- egészségre való ártalmatlanság
- jó minőség (jó íz, vonzó külső, beltartalmi, érzékszervi tulajdonságok)
- gazdaságosság, versenyképesség
- egyre hosszabb minőségmegőrzési időtartam
- feldolgozottsági fok növelése

Ezen igények megfogalmazása az élelmiszerek többségénél a penészgombákhoz is kapcsolódik általában a penészgomba mentességet is feltételezi.. A penészgombák által termelt mikotoxinok és egyéb anyagcseretermékek az élelmiszerbiztonságot, a penészgombákat tartalmazó élelmiszer a minőséget és az előállítás gazdaságosságát (visszaru, hitelrontás) is veszélyeztetheti, Ezen problémák a feldolgozottsági fok növelésével és a hosszabb minőségmegőrzési időtartam alatt élelmiszerek esetében csak fokozódnak.

## *3. Penészgombákkal való élelmiszerszennyeződés forrásai*

A penészgombák a természetben mindenütt előfordulnak, főként azonban a talajban és a növények (virágok, levelek, gyümölcsök) felületén. Nagy mennyiségű spórát képeznek, melyek többségét a légáramlás hordja szét. Megfigyelhető, hogy bizonyos szélirányok és évszakokhoz kötődő természeti folyamatok (virágzás, lombhullás) találkozása megnöveli a penészgombák veszélyét.

Erős penészfertőzést levegővel, porral való közvetítéssel is kaphat az élelmiszer, mivel a penészspórák a levegőben lebegnek és igen jól terjednek.

A levegőben lévő spórák sok esetben átlagon felüli ellenállóképességgel rendelkeznek, és onnan különböző felületekre, és az élelmiszerekre is kiülepedhetnek. A felületekről való eltávolítás a fertőtlenítőszerrel szembeni ellenállóképesség miatt nehézséget okoz. Gyakran az élelmiszer felületeken, elegendő nedvességtartalom esetén penészbevonat képződhet. Alacsony vízaktivitású csomagolt termék esetén ezt előidézheti a tárolási hőmérséklet változására bekövetkező páralecsapódás is. Starterkultúrákat alkalmazó technológiák esetén pedig visszaszorítják a nemes penészek, élesztőgombák, vagy baktériumok szaporodását.

#### 4. Penészgombák levegő útján történő terjedésének megakadályozása

Az élelmiszeriparban a feldolgozási és tárolási körülmények megfelelő szabályozásával lehet a penészgombák szaporodása ellen védekezni. Ennek egyik legfontosabb módja a közvetítő levegő spóramentesítése. Egy francia laboratóriumban kifejlesztett, hordozóanyagra felvitt parahidroxil fenil szalicilamid hatóanyagú szer nagy hatékonysággal képes ezt a feladatot ellátni, úgy, hogy a levegőben lebegő penészspórákhoz könnyen eljut, és nem engedi azok kicsírázását. Ez a Fumispore fantázianevű, por alakú készítmény, mely meggyújtva füstöt fejleszt. A füst lebegve eléri a mennyezetet, és fokozatosan szétterül a levegőben, a legfinomabb résekbe és a nehezen hozzáférhető zugokba is behatol. A hosszan tartó füsthatás fokozza a valószínűségét annak, hogy a hatóanyag és a spórák találkozhatnak.

##### *A szer jellemzői:*

- hatóanyaga: 5% parahidroxil fenil szalicilamid
- alkotórészei kémiailag inaktívak, nem korrodálnak
- LD<sub>50</sub> érték az ajánlott koncentráció 350-szerese 4 órán át
- száraz füst, ezért az un. száraz üzemekben is alkalmazható
- időráfordítás és készülékek igénybevétele nélkül lehet alkalmazni
- minden zugba eljut
- a lebegő füstreszecskék lassan ülepednek ki, így határfokuk nagy
- korlátlan ideig eltartható
- a levegő által közvetített penészfajták spóráit ártalmatlanná teszi (nem találtak rezisztenciát)
- ajánlott koncentráció 0,6 g/m<sup>3</sup> sporoztatikus hatás kifejtéséhez  
3 g/m<sup>3</sup> sporocid hatás kifejtéséhez
- Csak a levegőben lévő penészspórákat és baktériumokat inaktiválja, miközben nem károsítja a nemes penészeket, a fermentáláshoz használt starterkultúrákat sem.
- Az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat Országos Tisztifőorvosi Hivatala által engedélyezett szer (1655/95)

## *Fajtái*

FUMISPORE BASE lebegő penészspóra ellen

FUMISPORE SHOCK nagyfokú penészspóra szennyezettség esetén

FUMISPORE "S" penészspórával és baktériumokkal való ellen is esszenciális olajtartalma miatt

## *5. A füstölőszer élelmiszeripari alkalmazási területei*

Gyümölcsárólok, sütő- és édesipari üzemek, tejipari üzemek (sajt érlelő, tejpör raktár és csomagoló, töltőhelyiségek), füstölt áru érlelő (szárazkolbász érlelő), ahol a káros penészeket főleg a levegő közvetíti, és ahol elég hosszú ideig történő tárolás alatt a penészgombák feldúsulását eredményezheti a levegő szennyezettsége. Ilyen esetekben a gyártási folyamat egyik kritikus pontja a levegő penészspóra szennyezettsége.

Természetesen kevés haszna van a füstölésnek, ha a helyiségben állandó aktív penészforrások találhatók (penészes falfelület, eszköz, alkatrész....).

A fentiek alapján a termelőmunka biztonságának, a termelő üzemek megfelelő higiéniájának előfeltétele, hogy a falak és födémek mentesek legyenek az idegen penészgombáktól. Ez olyan

gombaölő és penészgátló falfestékek alkalmazásával érhető el, melyek nedves helyiségek belső termeinek festésére is alkalmasak, nagynyomású vízzel is tisztítható felületet adnak és vízgőzáteresztőek, biztosítva a fal szellőzését (pl. Europal 77, Europal 2000...).

## *Húsipari alkalmazási lehetőség*

A húsiparban a penészesedés elsősorban a szárazárúknak esetén jelenthet veszélyt. E termékek gyártása során a kezdetben jelenlévő nemkívánatos baktériumok visszaszorítását kombinált tartósítással megvalósítják (pácolás és alacsony hőmérsékleten való szárítás, vagy pácolás és pH csökkentés, valamint starterkultúrák alkalmazása). A szárítás alatt csökkenő  $a_w$  érték mellett már csak az élesztőgombák és a penészgombák képesek a szaporodásra.

A rövidebb-hosszabb idejű szárítás során a termékek felületén nem kívánatos bevonat képződik. Ez a penészbevonat néhány készítményen a termékre jellemző, a technológia részét képező micéliumszövetek, más termékeken azonban nem kívánatos. Nem kívánatos az idegen penészgomba a technológia részét képező penészgombák között sem, mivel a cellulóz alapú

műbelekét egyes fajok elbontják, és ezeken a helyeken a bél átzsírozódhat, és jelentős mértékben szaporodhatnak el az élesztőgombák is.

A nem kívánatos penészbevonat gátlása részint az érlelési paraméterekkel (relatív páratartalom, légsebesség), részben penészgátló szerekkel történik. A relatív páratartalom csak meghatározott mértékig csökkenthető a kéregképződés és egyenetlen száradás miatt, a tartósítószeret tartalmazó oldatba mártás pedig a maradékanyagkérdést és többlet víz bevitelt jelent. A penészgombák elleni védekezés során figyelmen kívül maradt az a tény, hogy az idegen penészgombák spórái főleg a levegőből kerülnek a hosszú érlelési idő alatt a termék felületére. A levegő penészspóra mentesítése tehát megoldást jelenthet a fenti problémákra. Francia eredmények azt mutatják, hogy ha az érlelőt a feltöltés előtt  $3\text{g/m}^3$  légfertőtlenítő füstölő patronnal kezelik, majd megelőzésként  $0,6\text{ g/m}^3$ -t alkalmaznak az érés (szárítás) idején, a nemkívánatos penészesedés elkerülhető.

### *7. A levegő penészspóra szennyezettségének ellenőrzése*

Fertőtlenítőszer hatásosságának ellenőrzése, vagy a kritikus szabályozási pont kézbentartása megfelelő mikrobiológiai módszereket követel meg. A levegő mikrobiológiai tisztaságának ellenőrzésére alkalmazott eljárások:

- Koch-féle ülepítéssel módszer

A módszer azon alapszik, hogy a levegőben lebegő mikroorganizmusok egy része a vízszintesen elhelyezett, szilárd táptalajt tartalmazó nyitott Petri csészébe kiüledik, majd megfelelő inkubálás után a telepképző egységek (cfu) megszámlálhatók. Ebből tapasztalati képlettel számolják a levegő szennyezettségét (P) cfu/m<sup>3</sup>-ben.

$$P = 5 \cdot 10^4 \cdot N / (F \cdot t) \text{ cfu/m}^3$$

ahol N: a Petri csészében lévő telepképző egységek száma

F: a Petri csésze felülete cm<sup>2</sup>-ben

t: expozíciós idő percben

Alapja az a tapasztalat, hogy nyugvó levegőből 5 perc alatt 100 cm<sup>2</sup>-re annyi mikroorganizmus üledik ki, amennyi 10 liter levegőben van.

- Levegő mintavevő készülék alkalmazása

A csomagolóhelyiségek, töltőüzemek, tároló terek levegőjének ellenőrzésére korszerű levegőmintavevővel történhet megfelelő biztonsággal. E módszerek esetében meghatározott térfogatú levegőt szűrünk át baktériumszűrőn (pl. SARTORIUS, MILLIPORE...), vagy ütköztetünk megfelelő táptalaj felületén ( BIOTEST..). Így a térfogategységre számított penészgomba telepképző egység (ha penésztáptalajt alkalmazunk), vagy mikrobaszám (ha nem szelektív táptalajt alkalmazunk) pontosan meghatározható.

### Összefoglalva

A penészgombák a környezeti tényezők széles határai között tudnak szaporodni és a természetes anyagok többségét, valamint egyes műanyagokat is tápanyagként fel tudják használni. Közülük kerülnek ki a tárolt élelmiszer- ipari nyersanyagok és késztermékek legveszélyesebb károsítói.

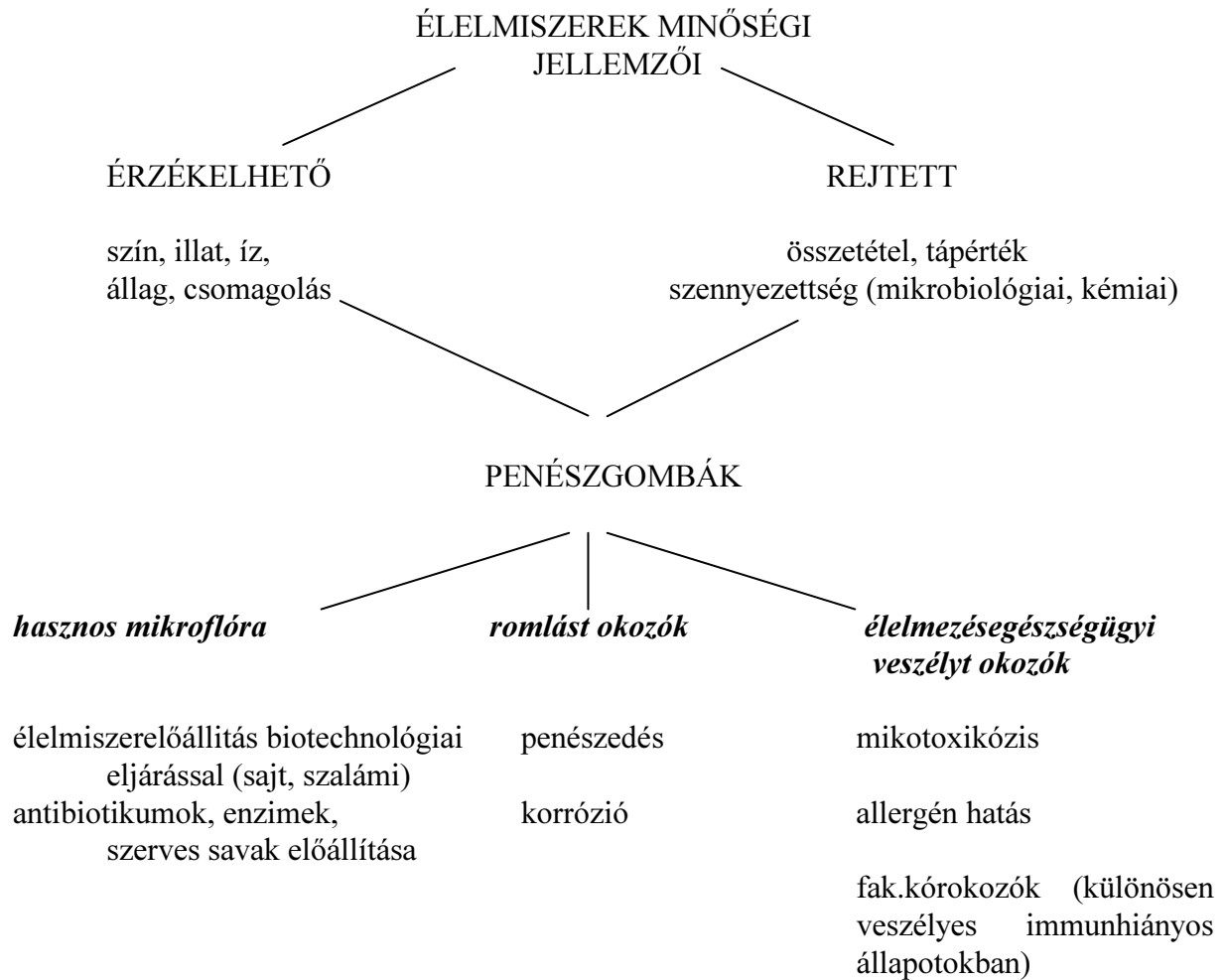
A penészpórák mindenütt megtalálhatók, számuk a levegőben erős ingadozást mutat. A fent hivatkozott szer alkalmazását követően - adott térben - jelentősen lecsökken a spórák mennyisége, ismételt alkalmazás esetén a spóraszám hosszabb időn keresztül a kritikus határ alatt marad.

A szóban forgó, nem mérgező hatóanyag a javasolt koncentrációban nagy biztonsággal megakadályozza a lebegő penészpórák kicsírázását. A szer egyszerűen alkalmazható és kevés ráfordítást igényel.

A mikroökológiai tényezők ismerete, jó fertőtlenítőszer, jó higiéniai gyakorlattal párosulva, a kor követelményeinek megfelelő biztonságos élelmiszer előállítás megvalósítását szolgálja..



**Penészgombák megítélése élelmiszeripari szempontból**



### **Penészgombák jellemzése**

- szénforrásként sokféle szerves vegyületet hasznosítanak
- nitrogénigényüket a szerves nitrogénsók is kielégítik
- a gyengén savanyú környezetet kedvelik, de pH 3- pH 8-ig szaporodni képes
- mezofil és psichrotrof szervezetek
- 50-60 C-on könnyen elpusztíthatók
- spóráik fertőtlenítőszerekkel szemben ellenállóak
- szaporodásukhoz oxigént és nedvességet igényelnek

### ***Élelmiszerekkel kapcsolatban megfogalmazott követelmények***

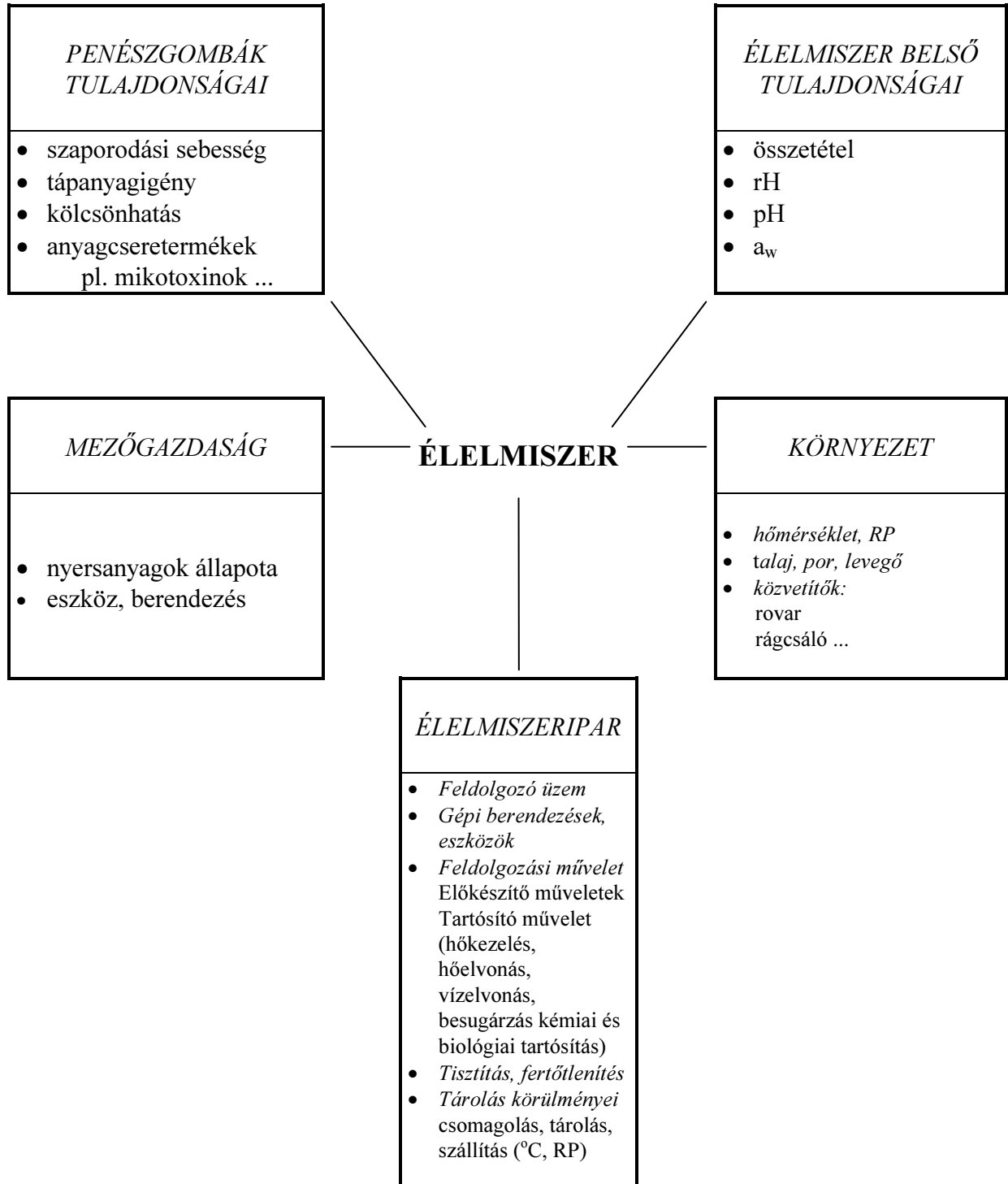
egészségre ártalmatlan

jó minőség (jó íz, vonzó külső, beltartalom, érzékszervi)

gazdaságos (visszárú, hitelrontás, drága)

egyre hosszabb minőségmegőrzési időtartam

## *Élelmiszerek penészgombákkal való szennyeződésének forrásai*



### ***A FUMISPORE jellemzői:***

hatóanyaga: 5% parahidroxi fenil szalicilamid

alkotórészei kémiailag inaktívak, nem korrodeálnak

LD<sub>50</sub> érték az ajánlott koncentráció 350-szerese 4 órán át

száraz füst, száraz üzemekben is alkalmazható

időráfordítás és készülékek igénybevétele nélkül lehet alkalmazni minden zugba eljut

a lebegő füstreszecskék lassan ülepednek ki, így hatásfokuk nagy korlátlan ideig eltartható

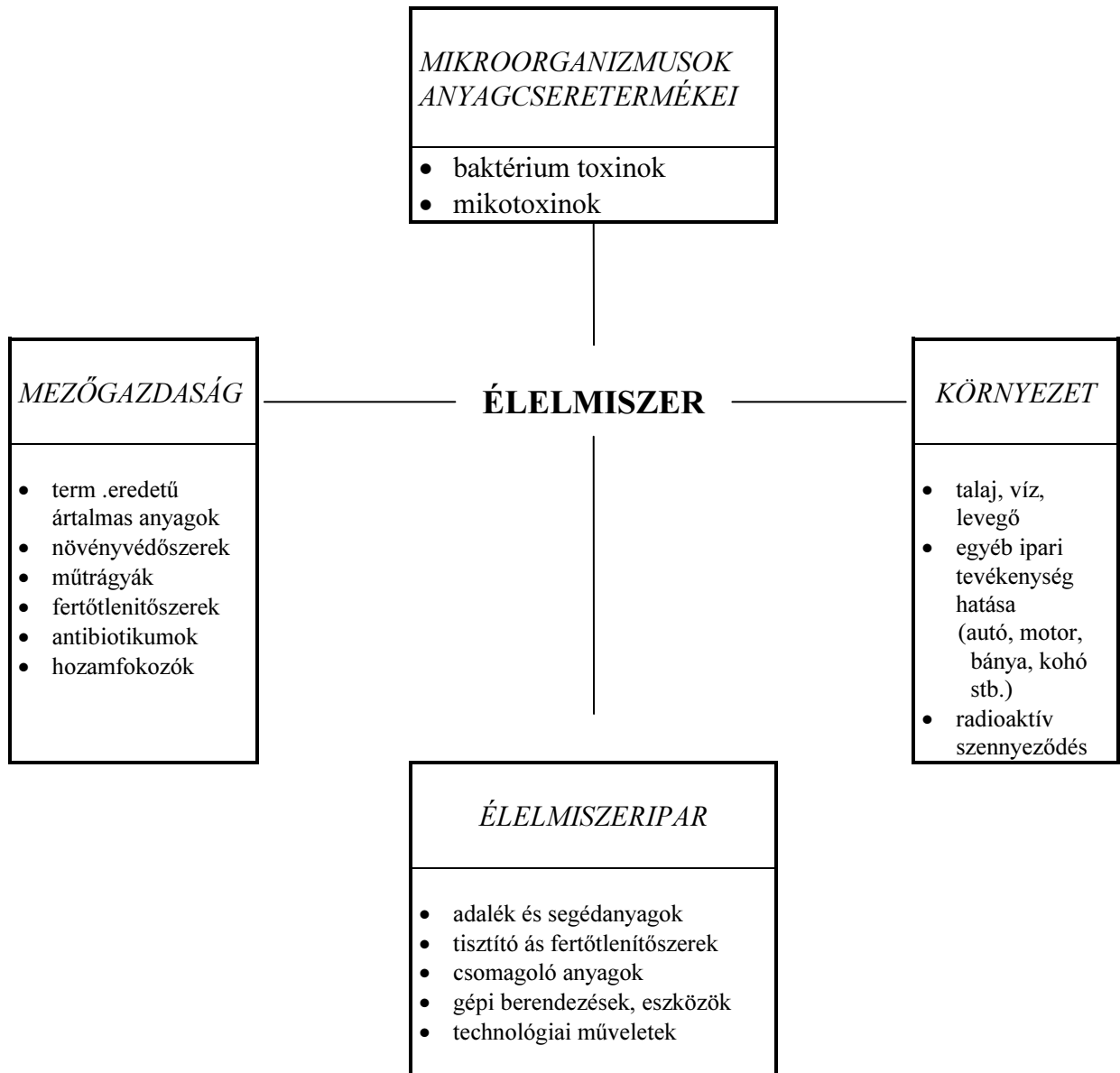
a levegő által közvetített penészfajták spóráit ártalmatlanná teszi (nem találtak rezisztenciát)

ajánlott koncentráció     0,6 g/m<sup>3</sup> sporosztatikus hatás kifejtéséhez

   3 g/m<sup>3</sup> sporocid hatás kifejtéséhez

Csak a levegőben lévő penészspórákat és baktériumokat inaktiválja, miközben nem károsítja a nemes penészeket, a fermentáláshoz használt starterkultúrákat sem.

## *Élelmiszerek kémiai szennyeződésének forrásai*



*Idegen anyagok az élelmiszerekben*