

A mikotoxinokról általában

Rég elmúlt 40 éve annak, hogy a modern mikotoxikológia idősze az aflatoxinok felfedezésével elindult. Azóta számos gomba által termelt toxint, vagy mikotoxint fedeztek fel, olyanokat is amelyekről csak idővel bizonyosodott be hogy mérgező, míg mások egyelőre a laboratóriumok kutatási világába maradtak. Az élelmiszerbiztonsági kérdések megoldásában fontos tevékenységnek minősül a mikotoxinok tanulmányozása, beleértve a kimutatási eljárások tökéletesítését, bioszintézisüknek, toxikológiájuknak, járványtanuknak megismerése, valamint a védekezési eljárások fejlesztése.

A mikotoxinok teljes számát nem ismerjük, számuk több ezerre tehető. Azoknak a mikotoxinoknak a száma, amelyek betegséget okoznak kevesebb, ennek ellenére eltérő hatásuk miatt ezt a számot is nehéz felbecsülni. A mikotoxinok nemcsak az emberi és állati szervezetre jelentenek veszélyt, hanem a növényi szervezetenél is jelentős gazdasági kárt okoznak. A növényi kártételek jelentős gondot okoznak a gabonafélék, illetve az élelmiszerek és takarmányok kereskedésében.

Fontosabb mikotoxin csoportok

A legjelentősebb mikotoxinok az aflatoxinok, trichotecének, fumonizinek, zearalenonok, az ochratoxin A és ergot-alkaloidák.

- az aflatoxinokat elsősorban az *Aspergillus flavus* és az *A. parasiticus* gomba okozza, amelyek hatása krónikus gyulladások kialakulásától, illetve a daganatképződéstől egészen a halál beálltáig terjed,

- a trichotecének a mikotoxinok széles családját alkotja, amelyet több gomba is termel, mint a *Fusarium* vagy a *Stachybotritis* fajok. A legnagyobb valószínűséggel előforduló trichotecén a deoxinivalenol (vomitoxin vagy DON), amely elsősorban búzánál, árpánál és kukoricánál található meg. Egy másik Európában gyakran előforduló trichotecén a T-2 toxin.

- a fumonizin toxint elsősorban a kukoricánál található meg és a *Fusarium verticillioides* gomba termeli. Ez a toxin jelentős betegséget tud okozni lovaknál és sertéseknél. Egereknél és patkányoknál rákképző hatásukat is kimutatták.

- a zearalenon toxint elsősorban a *Fusarium graminearum* gomba termeli, sertéseknél méhszáj gyulladást okoz és ösztrogén hatással van. A zearalenon a trichotecénnel együtt is előfordulhat a búzánál, árpánál, zabnál, kukoricánál.

- az ochratoxint elsősorban a *Penicillium verrucosum* okozza és jelentős állati betegségeket tud okoznia a sertéseknél, elsősorban vesebántalmakat.

- az ergot alkaloidákat a *Claviceps* gombafaj (növényi patogén) okozza, amikor a szövetelváltozás folytán áttelelő szklerociumok képződnek. Az ergotokózis már a középkorban is ismert betegség volt.

A mikotoxinok kisebb csoportjába tartoznak azok a toxinok, amelyek eseti alapon fordulnak elő, és általában társulnak az emberi és állati mikotoxinokhoz, vagy gyakran fordulnak elő, de nem társulnak emberi és állati betegségekhez.

A mikotoxinok képződése

A mikotoxinok a legtöbb esetben szántóföldön képződnek, de képződésük előfordulhat a betakarításkor, szállításkor és a tárolási műveletek során is. A mikotoxin képződés egyik

feltétele a vízhez való hozzáférés, továbbá a megfelelő hőmérséklet. Amikor a gomba megfertőzi a növényt, a levegő páratartalma és a hőmérséklete jelentősen befolyásolja a növény növekedését és egészségét, valamint a mikotoxint termelő gombák versengését. A tárolás során az olyan tényezők, mint az állomány vízáktívása, szellőztetettsége, hőmérséklete, a mikroorganizmusok versengése, a mechanikai sérülések, a rágcsálók, rovarok okozta károk és nem utolsósorban a gombaszennyeződés koncentrációja jelentős szerepet töltenek be a mikotoxinok felhalmozódásában.

Mikotoxint termelő gombákkal szembeni védekezés

A mikotoxinokat széles palettájú gombák okozzák, amelyek általában nem agresszív patogének. Olyan táptalajokon vagy anyagokon képeznek telepeket, amelyek megfelelő nedvességgel vagy tápanyaggal rendelkeznek. A szennyeződések kialakulásának szempontjából, három törzset kell megemlíteni, az *Aspergillus*, *Penicillium* és *Fusarium* törzseket. Kisebb jelentőségű törzs a *Claviceps* és a *Stachybotrytis*.

- az *Aspergillus* törzsen belül a legjelentősebb mikotoxin osztály az aflatoxin. Az *Aspergillus* faj kukoricánál, a gyapotnál, a földimogyorónál valamint más növényfajoknál fordul elő. Az *Aspergillus flavus* okozza a kukorica csőrothadását, amikor a konídium a talajból a kukorica növény bibéjére kerül és a megfelelő környezeti hatások alatt megfertőzi azt. Az aflatoxintermelődés egészen addig fennállhat, amíg a magvak nedvességtartalma 15%-ra csökken. Nem egyértelmű, hogy minden növény esetében, a magas hőmérséklet közrejátszik-e az aflatoxin szennyeződés kialakulásában. Számos védekezési, megelőzési stratégiát dolgoztak ki az aflatoxin szennyeződésre, mint a betakarítás előtti stressz állapotok kezelése, rezisztencia nemesítési programok és a potenciális biológiai védekezési eszközök alkalmazása.

- a *Fusarium* törzs keretében számos mikotoxint termelő faj létezik, ezek között több növényi patogén is létezik, amelyek a gabonafélék hervadását, varasodását, fuzáriumos rothadását okozzák. A kukoricacső fuzáriumos rothadását a *Fusarium graminearum*, *F. verticillioides*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans* okozhatja. Ezen utóbbi fumonizin szennyezést is okoz. A *F. graminearum* a búza, árpa zab jelentős patogénje és a DON fontos képző tényezője. A gomba zearalenon képződést is előidézhethet. A gomba a növényi maradványokon telel át, amely a következő évben szolgál fertőzési forrásként. Ebből következik, hogy a védekezési és a megelőzési gyakorlatban a növényi maradványokat mélyen alá kell szántani, száraz időszakban öntözést kell alkalmazni, valamint a patogénre és a rovar kártételekre rezisztens fajtákat kell termesztetni.

-a *Penicillium* fajok általában a tároláskor fordulnak elő, az általuk termelt mikotoxin az ochratoxin, amely a tároláson kívül a szárítási műveletek során képződik.

-a *Claviceps* fajok általában paraziták, mivel növényi szövetelváltozásokat okoznak, a kalászban a szem helyén szklerociumokat képeznek. Az ergotoxin mérgezés egyike a legrégebben ismert mérgezéseknek. A nem megfelelően tisztított, rostált gabonából a szklerociumok belekerülhetnek a feldolgozásra kerülő anyagokba. Ugyancsak toxikus alkaloidákat termelnek az *Epichloe* és a *Neotiphodium* fajok, amelyek fűféléken fordulnak elő, elsősorban a perjéknél, például az angol perjénél és a csenkeszféléknél. Az ergotoxin fertőzés megelőzését megfelelő legeltetési gyakorlattal lehet megelőzni.

-a *Stachybotrytis* egy szaprofita gomba, melyet számos anyagon meg lehet találni, trichotecént termel, amelynek a hatása hasonlít a *Fusarium* gomba okozta hatáshoz. Emberi megbetegedést képes okozni. Az élelmiszerekben és takarmányokban előforduló mikotoxinok fertőzőtségének csökkentésére a megfelelő módon kell a betakarítás időzíteni. A betakarítás utáni műveletek, mint a rostálás, szárítás, hőmérsékletellenőrzés, páratartalom szabályozás

valamint a gombaölő szereknek a használata csökkenthetik vagy felszámolhatják a fertőzési góccokat.

Továbbra is szükség van a kutatásfejlesztésekre, hogy jobban megismerjük a mikotoxint termelő gombák genetikáját, a bioszintézisi folyamatokat, hogy hatékonyabb védekezési módszereket tudjunk alkalmazni. Igazából a gombák miért képeznek mikotoxinokat, azt nem tudjuk. A mikotoxinok az állati és növényi szervezetekben potenciális virulencia tényezők.

Az élelmiszerekben és takarmányokban előforduló mikotoxinok tanulmányozása eltérő, inkább ismerjük a takarmányokhoz kapcsolódó mikotoxinokat és kevésbé az élelmiszerekhez kapcsolódókat:

- legutóbb jelentősen előtérbe kerültek egyes Fusarium toxinok és az ochratoxin A. A megengedett mikotoxin szinteket számos országban meghatározták a feldolgozott és a nem feldolgozott élelmiszerekre, valamint egyes állati termékekre, húsrá, tojásra és tejtermékekre. Az ochratoxin A sertés és baromfihúsból is kimutatták.

- a feldolgozott élelmiszerekben előforduló mikotoxinokról és az aflatoxinokról kevés információ áll rendelkezésünkre. Ha a takarmányozást fertőzött takarmánnyal végzik, az aflatoxin előfordulhat a tejben és a tejtermékekben is. Az aflatoxin a legtöbb állati szervezetben és az élelmezésre szánt húspan gyorsan lebomlik, ezért nem fordul elő az emberi egészségre nem káros mértékben.

- a deoxinivalenolt (DON) szennyezést a búzából készült lisztben, kenyérben, bébi tápszerekben mutattak ki. Habár az egyes gabonanyersanyagokat száraz vagy vizes feldolgozásra kerülnek, mikotoxinok különböző koncentrációkban fordulhatnak elő. Az erjesztéssel készülő élelmiszerekben is megtalálható.

- a sörgyártásban ochratoxint, fumonizint, aflatoxint, zearalenont, deoxinivalenolt is kimutattak. A borban ochratoxin A-t mutattak ki. A kimutatási értékek eltérőek annak függvényében, hogy a termékek milyen mértékben kerültek pergelésre, sütésre, főzésre, konzerválásra.

Az emberi és állati szervezetre veszélyes mikotoxinok

| Mikotoxin | Szennyezett árucikk | Mikotoxin hatás | |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Érintett fajok | Patológiai hatás |
| Aflatoxin (B1,B,2, G,1, G2, M1, M2) | kukorica, búza, rizs, gyapotmag, füge földimogyoró, dió, tej, tojás, sajt, | madarak: kacsza, pulyka, csirke, fácán, fűj emlősök: fiatal sertések, vemhes koca, kutya, borjú, szarvasmarha, juh, macska, majom, ember, hal, laboratóriumi állatok | máj toxicitás, epevezeték hiperplázia, vese és bélvérzés, (karcinogén hatás) |
| Citrinin | gabonafélék | sertés, laboratóriumi állatok, kutya | nefrotoxicitás |
| Ciklopiazoni sav | kukorica, földimogyoró, sajt, köles kása | tyúk, pulyka, sertés, patkány, ember | izom nekrozis, bélvérzés és ödéma, |
| Ochratoxin A | Gabona magvak, száraz bab, penészes földimogyoró, sajt, kávé, szőlő, szárított gyümölcs, bór, mazsola | sertés, kacsza, tyúk, patkány, ember | nefrotoxicitás, sertés nefropátia, enyhe vesekárosodás, enteritis, teratogén és karcinogén hatás |
| Patulin | penészes takarmány, alma, alma sűrítmény, (ivólé), búzaszalma maradvány | madarak: tyúk, tyúk embrió, fűj emlősök: nyúl, patkány, szarvasmarha, egér macska, ember | tüdő és agy ödéma, vérzés, máj- epe- vesekárosodás, ideg paralízis, rángógörcs, |
| Penicillin sav | tárolt kukorica, gabona magvak, száraz bab, penészes dohány | patkány, macska, tyúk embrió, fűj, tengeri rák | máj és vesekárosodás, kítágult véredények, karcinogén hatás |
| Penitrem | penészes krémsajtok, hamburger, sör | egér, ember, kutya | mozgáskoordináció képtelenség, vérhas |
| Sterigmatocistin | zöld kávé, penészes búza, magvak, kemény sajt, borsó, gyapotmag | egér, patkány | karcinogén hatás |
| Trichotecének (T- 2, nivalenol, DON, HT- 2, fusarenon X stb) | kukorica, búza, kereskedelmi szarvasmarha táp, keverék takarmány, zab, árpa, | sertés, szarvasmarha, tyúk, pulyka, ló, kutya, egér, macska, ember | emésztési rendellenességek, belső vérzés ödéma, |
| Zearalenone | kukorica, penészes széna, kereskedelmi pellet táp | sertés, tejelő szarvasmarha, tyúk, pulyka, juh, patkány, egér | ösztrogén hatások, heresorvadás, vetelés, petefészkek sorvadás, tejmirigyek növekedése, |

SOLTUB Bt.
Budapest, 2006
soltub@soltub.hu