



Mezőgazdasági kézikönyv 11.

# A MIKOTOXINOK ÁRNYÉKÁBAN

*Hogyan előzhető meg a gabonafélék  
toxinszennyeződése?*



NEMZETI  
AGRÁRGAZDASÁGI  
KAMARA

2025

Mezőgazdasági kézikönyv 11.

**A MIKOTOXINOK ÁRNYÉKÁBAN  
HOGYAN ELŐZHETŐ MEG A GABONAFÉLÉK  
TOXINSZENNYEZŐDÉSE?**

2025.

## Tartalom

<b>1. Hogyan előzhető meg a gabonafélék toxinszennyeződése? .....</b>	<b>5</b>
1.1. Toxintermelő gombafajok .....	5
1.2. Védekezési lehetőségek .....	6
1.3. Vetésforgó .....	7
1.4. Fajtaválasztás .....	7
1.5. Vetési- és betakarítási idő .....	8
1.6. Stresszhatások minimalizálása .....	9
1.7. Kémiai védekezés .....	10
1.8. Biológiai védekezés .....	12
1.9. Fertőzött szemek eltávolítása .....	12
1.10. Helyes tárolás .....	14



# 1. Hogyan előzhető meg a gabonafélék toxinszennyeződése?

A kukorica és a búza az egyik legfontosabb szántóföldi kultúra hazánkban. A csövet, a kalászt és a szemtermést fertőző gombák jelentős gazdasági kárt okoznak. A kártételüket súlyosítja, hogy másodlagos anyagcseretermékeket, úgynevezett mikotoxinokat termelnek. Több mint 1000 mikotoxin ismert, melyek előfordulása és aránya a klimatikus tényezők hatására jelentősen módosul. Ezek közül csupán 20 toxin jelent kiemelkedő humán- és állategészségügyi kockázatot. Így a fertőzött termés sem élelmezési, sem takarmányozási célra nem használható fel. Sőt bioetanol-gyártásra sem alkalmas, hiszen a magas toxintartalom a folyamat hatékonyságát csökkenti és a keletkező melléktermék felhasználását is korlátozza.

## 1.1. Toxintermelő gombafajok

Leggyakrabban a *Fusarium* fajok által termelt toxinok - pl.: dezoxinivalenol, fumonizin, T2, zearalenon - jellemzőek, de a melegkedvelő *Aspergillus* fajok - pl.: aflatoxinok - jelentősége is egyre nő a klíma melegedésével (1. kép). Emellett a *Penicillium* fajok által termelt másodlagos anyagcseretermékek -pl.: ochratoxin- is problémát okozhatnak. A kórokozókra jellemző, hogy legyengült növényeket fertőznek meg elsősorban. A *Fusarium* fajok közül a *F. acuminatum*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. verticillioides*, fordul elő a leggyakrabban, melyek a fertőzött növényi maradványokon telelnek át főként a talajfelszín közelében (1. ábra).



*Aspergillus* fajok



*Fusarium* fajok



*Penicillium* fajok

1. ábra: Toxintermelésért felelős leggyakoribb gombanemzetségek

A fertőzés többnyire sebzésen keresztül történik, de a spórák a bibén keresztül is bejuthatnak a növénybe. Ha a mag fertőzött, akkor már a csíranövény is károsodhat. A beteg magok elszíneződnek, és fehéres-rózsaszínes penészgyp alakul ki rajtuk. Az *Aspergillus* fajok jelentősége egyre jobban nő elsősorban a hőmérséklet emelkedésével. Leggyakrabban az *Aspergillus flavus* fordul elő, mely főként raktári kórokozó, de virágzaskor a bibeszálon vagy a rovarok okozta sérüléseken keresztül is képes a fertőzésre. A tünetek többnyire a cső végén sárgászöld színű penészgyp formájában figyelhetők meg. A *Penicillium* fajok szintén a sérült csöveket, szemeket fertőzik meg, melyeken kékeszöld penészgyp alakul ki.

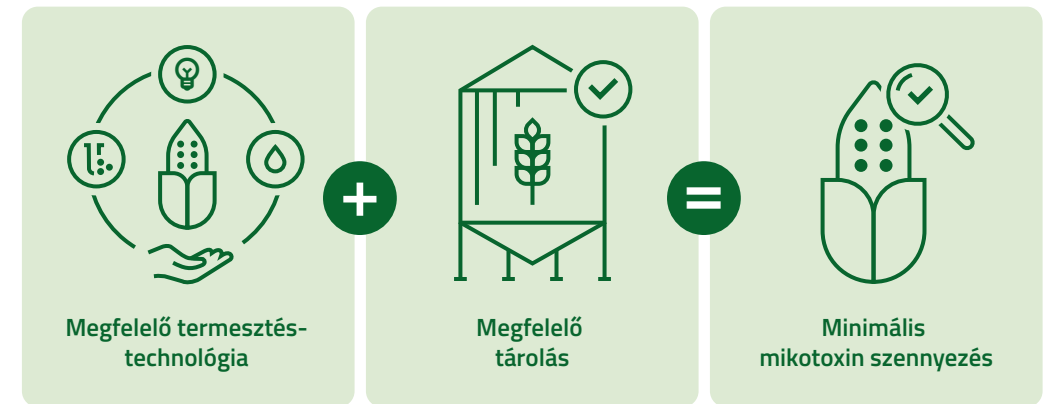


1. kép: Kukorica aspergillusos betegsége (Forrás)

## 1.2. Védekezési lehetőségek

Minden évben számítani kell a kórokozók megjelenésére, de a kártétel mértéke jelentősen függ az éjárattól. Megfigyelések szerint, az aszályos években súlyosabb a fertőzés, mint a normál években. A termény toxintartalma csak reprezentatív mintavétellel és akkreditált laboratóriumi analízissel határozható meg. A nem megfelelő mintavétellel torz képet kaphatunk az adott tétel toxintartalmáról, ami jelentősen meghatározza a gabona felhasználhatóságát. A jogszabály 20 ppm/kg határértéket ír elő, ami felett nem hozható forgalomba a termény. Azonban a felvásárlók és feldolgozók ennél szigorúbb értéket (5-10 ppm/kg) határoznak meg. A szem nemcsak a termőföldön, hanem a tárolás során is fertőződhet. Sőt a nem megfelelő tárolási körülmények is növelhetik a tétel mikotoxintartalmát. A mikotoxin szennyezés mellett csökken a szem csírázó-képessége, tápanyagtartalma, szárazanyagtartalma, és elszíneződése is gyakran megfigyelhető. A kórokozók ellen hatékonyan csak szántóföldön lehet védekezni, mivel betakarítás után

a szemtermés toxintartalma már nem csökkenthető. Ehhez elengedhetetlen a természetstechnológia átformálása, mivel egy növényvédelmi kezelés vagy egy technológiai elem helyes alkalmazása önmagában nem elegendő a toxinszennyeződés elkerüléséhez (2. ábra).



2. ábra: A mikotoxin szennyezés minimalizálásának elemei

## 1.3. Vetésforgó

A védekezésben a megelőzésre kell törekedni, amiben a legfontosabb szerepe az agrotechnikának van. A monokultúrás termesztés a toxintermelő kórokozónak is kedvez, amely alkalmazása csak évelő takarmánynövények, méhlegelő és zöldtrágyázás céljából vetett növények esetében lehetséges a Helyes Gazdálkodási Gyakorlat előírásai alapján. Emellett a vetésforgó használata is elengedhetetlen. A vetésforgóban a toxintermelő gombákra nem vagy kevésbé érzékeny növény (pl.: cukorrépa, burgonya, hüvelyes) javasolt előveteményként, amivel nagymértékben csökkenthetjük a fertőzést. A napraforgó vetésterület növekedése sajnos kedvez a mikotoxin szennyeződésnek, mivel a kalászosok és a kukorica is egyre gyakoribb előveteménnyé válik. Továbbá a későn lekerülő napraforgó hajlamosabbá teszi az őszi kalászosokat a fertőzésre. Mivel a toxintermelő gombák széles gazdanövénykörrel rendelkeznek, ezért nehéz olyan kultúrnövényt beilleszteni a termelési szerkezetbe, melyen nem okoznak tüneteket. A Helyes Gazdálkodási Gyakorlat előírása alapján a vetésforgóban a kalászosok és a kukorica együttes részaránya nem haladhatja meg a 75%-ot, mely segít a kártétel mérséklésében.

## 1.4. Fajtaválasztás

A vetésforgó mellett a termesztett fajta vagy hibrid is meghatározza a kórokozókkal szembeni ellenállóságot. Jelenleg rezisztens fajták és hibridek termesztése nem jellemző, de fogékonyságbeli

különbségeket tapasztalhatunk. Kukorica esetében a szemtermés vastagabb viaszrétege kismértékben akadályozza a kórokozók bejutását, míg a tömörebb csuhélevelek csökkentik a rovarkártétel mértékét. A gyors fiziológiai vízleadásra képes fajták kevésbé kitéttek a toxinoknak, mivel a szemek nedvességtartalmának gyors csökkenése megakadályozza a kórokozók megfelelő fejlődését. Búza esetében a kalász megbetegedésének esélyét jelentősen növeli a hosszú virágzás (2. kép). A termesztett fajta vagy hibrid tenyészideje is befolyásolja a fertőzés kockázatát. A kései betakarítási fajták többnyire kitéttebbek a fertőzésnek a kórokozónak kedvezőbb időjárási körülmények miatt a rövidebb tenyészidejű fajtákhoz viszonyítva. A fajtaválasztásnál nem hagyhatjuk figyelmen kívül a termőhelyi adottságokat sem.



2. kép: Búza fuzáriózis (Forrás)

### 1.5. Vetési- és betakarítási idő

A vetés helyes időpontjának megválasztása is mérsékli a kártételt, mivel lehetőség van a gombák számára kedvező időjárási körülmények időtartamának minimalizálására. A kukorica esetében a vetés során a termesztett hibrid számára ajánlott sortávolság és tőszám betartása kiemelten fontos, mivel a túlszűfolt állományokban növekszik a fertőzés kockázata. A lehetőségekhez képest törekedni kell a korai vetésekre. Az elmúlt évek tendenciáját tekintve egyre nagyobb FAO számú kukoricák termesztése jellemző, ami növeli a toxinszennyezés kockázatát is. 320-350 FAO számú hibridek már megfelelő termésszintet tudnak biztosítani, és az abiotikus stresszoroknak más fenofázisban vannak kitéve a 480-520 FAO számú hibridekhez képest. A betakarítási idő helyes megválasztása is kiemelten fontos. Minél későbbre tehető a betakarítás, annál valószínűbb a magasabb toxintartalom. Magas kórokozónyomás esetében érdemes korábban időzíteni a betakarítást, még akkor is, ha a magasabb szemnedvesség növeli a szárítási költségeket.

A fertőzött növényi maradványok megsemmisítésére is nagy hangsúlyt kell fektetni, mivel jelentős fertőzési nyomást jelentenek a következő kultúra számára, és biztosítják a kórokozó áttelelését is. A leggyakoribb tarlókezelés a forgatás.

### 1.6. Stresszhatások minimalizálása

Nem utolsó sorban a növény kondíciója és a növényt ért stresszhatások is befolyásolják a fertőzést, ezáltal a toxintartalmat is. Az egyöntetű kelés, a gyors kezdeti fejlődés, a fiatal kori rovarkártévők elleni védekezés és a gyommentesség biztosítása is elengedhetetlen. Emellett törekedni kell a harmonikus tápanyag- és vízellátásra. A túlzott mértékű nitrogén alkalmazásával a növény vegetatív növekedése erőteljessé válik, ami a növényi szövetek puhulásához vezet. Ez csökkenti a növény ellenállóságát a rovarkártévőkkel és a kórokozókkal szemben is. A szárazság jelentős stressz a növényeknek, ezért öntözéssel mérsékelhető a fertőzés valószínűsége. Egyenletes vízellátás biztosítása szükséges, ügyelve arra, hogy a virágzásban történő öntözés növelheti a gombák megtelepedésének lehetőségét. A növények adaptációs képességét a környezeti kihívásokkal szemben a talaj- és növénykondicionálók, biostimuláns készítmények is támogatják. Speciális összetételűk és hatóanyagaik – pl.: aminosavak humin- és fulvosavak, másodlagos metabolitok – révén hozzájárulnak a gyökéren és a levélen keresztül történő hatékony tápanyagellátáshoz. Továbbá jelentős mértékben elősegítik a növények immunválaszának erősítését csökkentve a betegségek terjedésének kockázatát. Természetesen a stresszhatások egy része nem kivédhető, de törekedni kell a minimalizálásukra, hiszen a legyengült növényeket könnyebben megfertőzhetik a kórokozók.



### A védekezés alapja: megelőzés



3. ábra: Védekezési lehetőségek a toxinszennyezés ellen

### 1.7. Kémiai védekezés

Növényvédő szerrel teljes védelem nem érhető el, mivel a kezelés időzítése, a kijuttatás technológiája, a fajta vagy hibrid tulajdonságai és a klimatikus tényezők ezt jelentősen befolyásolják. Gombaölő szerrel a kukorica csővédelme nehezen biztosítható, azonban kalászosok esetében a fungicid kezelés kulcsfontosságú a kalász védelmében. A virágzáskori időjárási körülmények (pl.: levélfelület nedvesség ideje, páratartalom, hőmérséklet) jelentősen befolyásolják a fertőzést, amit a védekezés során szem előtt kell tartani. Főleg a kalászosok kitétek a virágzáskori fertőzésnek, de ritkán a kukorica is megfertőződhet. Mind a gabonafélék, mind a kukorica esetében a csávázás csökkenti a szemet károsító kórokozónak való kitétséget, ami általánosan elterjedt természetstechnológiai elem. Azonban közvetve csak a csíranövényre jelentenek védelmet, a toxinszint mérséklésében nem játszanak szerepet. Többnyire a szisztémikus hatású azolok (pl.: tebukonazol, tetraokonazol) és strobilurinek (pl.: azoxistobin, piraklostrobin) használata jellemző a fungicid védekezés során. A felhasznált készítmény kiválasztásakor figyelembe kell venni, hogy annak esetleges zöldítő hatása a betakarítási időt kitolhatja. A csövet és a szemet károsító rovarok sok esetben lehetővé teszik a gombák számára a fertőzést (3. kép), ezért az ellenük irányuló növényvédőszeres kezelésnek sokkal nagyobb a jelentősége. Főként a kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis*) és a gyapottok bagolylepke (*Helicoverpa armigera*) lárvái okoznak gondot. Ritkán az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera*) imágók is károsíthatják a kukoricacsövek

végét, amely szintén utat nyit a toxintermelő kórokozónak. A védekezést a kártevők rajzásához kell igazítani. Ebben az előrejelzésnek kiemelten fontos a szerepe, amihez leggyakrabban feromocspadát alkalmaznak. A kukoricamoly esetében gyakori a biszex csalétkes csapda használata, de a fénycsapda is alkalmas a gyapottok-bagolylepke és a kukoricamoly szignalizációjára. Fontos megemlíteni, hogy a nyári magas hőmérséklet sokszor korlátozza a kémiai növényvédelmet. Nem csak beszáradnak a permetcseppek a növényfelületre érkezés előtt, hanem a permetlé perzselést is okozhat. A védekezéshez néhány hatóanyag áll rendelkezésre (pl.: acetamidrid, klórtraniliprol, lambda-cihalotrin). A kijuttatás előtt érdemes ellenőrizni a hatóság honlapján, hogy az adott készítmény rendelkezik-e érvényes engedélykivarral.



3. kép: Kukorica fuzáriumos (balra) és aszpergillusos (jobbra) betegsége (Forrás)



Gyapottok-bagolylepke

Kukoricamoly

Amerikai kukoricabogár

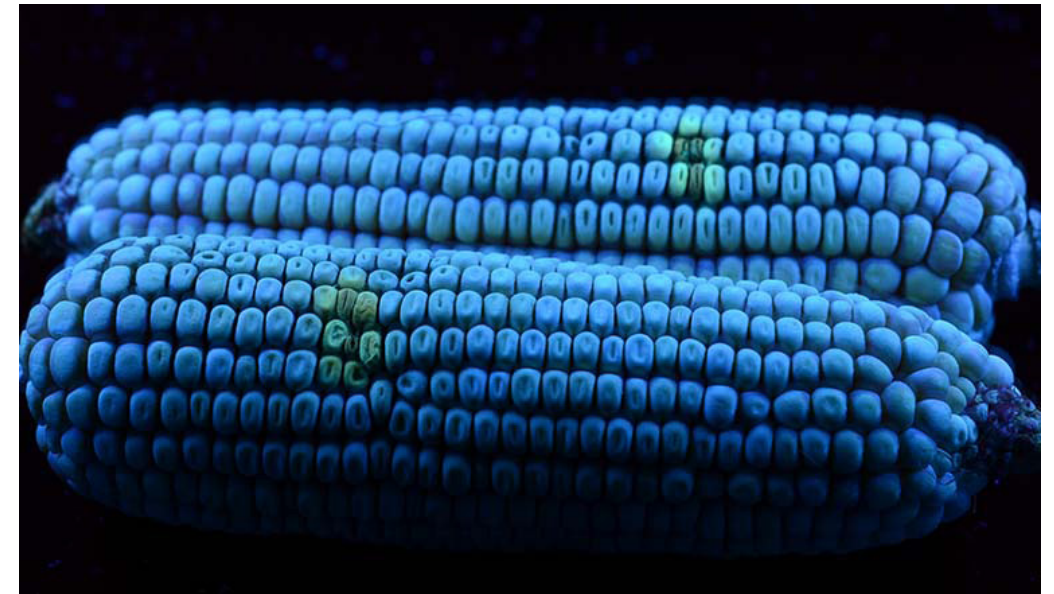
4. ábra: A kórokozó fertőzését elősegítő kártevők

## 1.8. Biológiai védekezés

A talajban előforduló, növényeket fertőző patogén gombákkal (pl.: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria* és *Sclerotinia* fajok) szembeni védekezés mikrobiológiai mechanizmusok segítségével is megvalósítható. A talajoltó baktériumkészítményekben található törzsek közül (pl.: *Pseudomonas fluorescens*) több is képes szideroforok termelésére, amik megkötik a talajban lévő vasionokat. Így a vas a növények számára felvehetővé válik, azonban ezzel egyidejűleg létrejövő vashiány gátolja a patogén gombák szaporodását. Ennek köszönhetően megfékezhető a kórokozók terjedése, és csökkenthető a fertőzés kockázata is. Ezen túlmenően egyes baktériumtörzsek (pl.: *Bacillus subtilis*) antifungális anyagokat is termelnek. Emellett a *Trichoderma* fajok is eredményesen alkalmazhatók a talajlakó kórokozók ellen. Kukorica csőfuzárium ellen a *Pythium oligandrum* mikroorganizmus is engedélyezett. A kártevők ellen is van lehetőség biológiai ágensek használatára. A kukoricabogár ellen a *Heterorhabditis bacteriophora* fonálféreg, míg a gyapottok bagolylepke és a kukoricamolymoly ellen *Bacillus thuringiensis* és *Trichogramma* fajok is bevetethetők.

## 1.9. Fertőzött szemek eltávolítása

A toxinok elleni védekezés a termőföld után is folytatódik. A megfelelő időben történt betakarítással, szárítással és az optimális tárolási körülményekkel a tárolás során keletkező toxinok szintje minimalizálható. Már a betakarítás előtt érdemes a szemtermékek fertőzöttségét megbecsülni. Nedves körülmények között főként fehéres-rózsaszín, míg szárazabb körülmények esetén sárgászöld-barna színű penészgyep felmérése szükséges. Azonban a bonitálásra nem támaszkodhatunk, mivel az egészségesnek tűnő szemek is lehetnek fertőzöttek, továbbá a gomba jelenléte nem utal feltétlenül toxinszennyeződésre. Így elkerülhetetlen a laboratóriumi vizsgálat. A betakarítást követően a fertőzött szemek kiszűrésére lehetőség van, amik gócpontokként indítják el a fertőzést a tárolóban. Az elkülönítés leggyakrabban szín vagy súly alapján történik, mivel a fertőzött szemek gyakran elszíneződnek, tömegük kisebb aflatoxin tartalmú szemek esetében fluoreszcens válogatás is alkalmazható, mivel a toxinnal szennyezett szemek UV fényvel történő gerjesztés hatására zöldes-sárga, vagy kékes színnel fluoreszkálnak (4. kép). A legegyszerűbb válogatás során rostákat, például síkrostálót alkalmaznak. Üzemi körülmények között fajsúly- és levegőbefúvásos szeparátorok használata jellemző. A tört- és az apróbb szemek leválasztásával már észrevehetően javul a tétel toxinszint tartalma. A mechanikai tisztítás során számításba kell venni a veszteséget, hiszen az eltávolított magvak a tétel súlyát csökkenteni fogják. A veszteséget kompenzálja, hogy a mikotoxin szennyezettség csökkenésével a termés értéke növekedni fog. A válogatást, a tisztítást célszerű a betakarítás és a szárítás után is elvégezni.

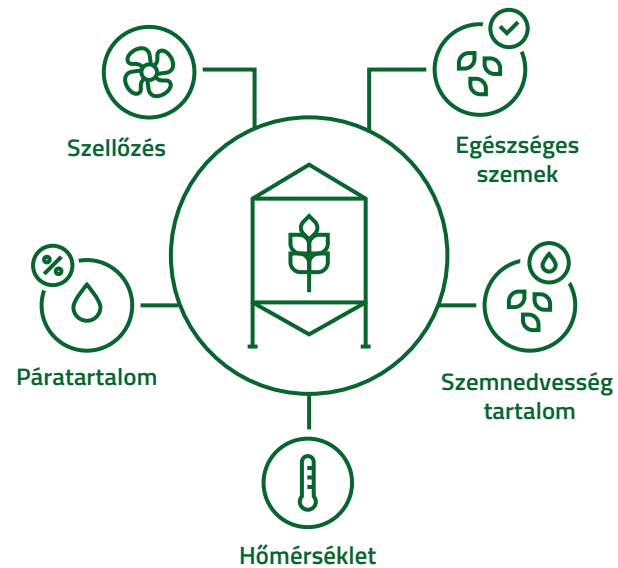


4. kép: Kukoricacső aflatoxin szennyezésének vizsgálata UV-fénnyel (Forrás)

Erős fertőzés esetén célszerű a korábbi betakarítás úgy, hogy a kombájn beállításaival minél több kisebb tömegű, károsított szemet kiszűrjünk a betakarított termésből. Továbbá el kell különíteni az erősen fertőzött és a kevésbé fertőzött területekről származott terményt. A betakarítást követően minél gyorsabban csökkenteni kell a szemnedvességet, mivel a nedvességtartalom befolyásolja a gomba fejlődését. Ha gátolt a növekedés, akkor a további toxintermelés is megakadályozható. A leghatékonyabb a magas hőmérsékleten történő, gyors szárítás, mivel alacsonyabb hőmérsékleten a hosszabb ideig tartó szárítási ciklus alatt növekedhet a termés toxintartalma. A hőkezelés elpusztíthatja a kórokozókat, viszont a toxin stabil molekulaként magas hőmérsékleten sem bomlik. Figyelembe kell venni, hogy a nedvességtartalom csökkenésével megnő a magok mechanikai sérülésének veszélye, és ezek a sérült magok könnyen fertőzési gócpontok lehetnek. O<sub>3</sub> kezelésre is lehetőség van, ami mikrobaölő hatása mellett a toxinszintet is csökkenti.







5. ábra: Helyes tárolás elemei

### 1.10. Helyes tárolás

A tárolóban a növénymaradványoktól való mentesség biztosítása elengedhetetlen, mivel fertőzési forrásként lehetnek jelen. Emellett meg kell akadályozni a termény padlózatból vagy földemből származó nedvességgel való érintkezését. A páralecsapódás minimalizálása céljából a tárolótérben azonos hőmérsékletet kell biztosítani. A hőmérséklet megválasztásánál figyelembe kell venni, hogy a *Fusarium* fajoknak a hűvösebb, míg az *Aspergillus* és *Penicillium* fajoknak a melegebb környezet kedvez. Utóbbiak alacsony páratartalom esetén is képesek aktív metabolizmusra és mikotoxin termelésre. Érdeemes megemlíteni, hogy a fertőzött szemekben bizonyos toxinok (pl.: zearalenon) termelődése szabadföldön magas, 30°C feletti hőmérsékleten gátolt, ami azonban a tároló alacsonyabb hőmérsékletén újra megkezdődhet. Az alacsonyabb hőmérséklet már a rovarok szaporodását is gátolja, azonban a fagyasztása kerülendő, mivel az olvadás nemkívánatos páralecsapódással jár. Légáramlást is biztosítani kell a megfelelő szellőzés érdekében. A külső levegővel történő szellőztetés veszélyt jelenthet, ha túl párás levegő kerül a tárolóba, ezért körültekintően kell eljárni (5. ábra). A betárolt terményt érdemes hetente vagy kéthetente ellenőrizni (5. kép).



5. kép: Helytelenül tárolt, penészes búza

A toxintartalmú gabona takarmánycélú felhasználás során toxinkötők alkalmazása jellemző, melyek nagy aktív felülettel és sok kötőhellyel rendelkező szeretlen absorbensek. A mikotoxinok előfordulását teljes mértékben nem lehet kizárni, de megfelelő mennyiségű és minőségű adalékkal minimalizálható a toxinok negatív hatása bizonyos mértékig.



**Felelős kiadó:** Papp Zsolt György elnök, Nemzeti Agrárgazdasági Kamara  
**Elérhetőségek:** 1115 Budapest, Bartók Béla út 105-113., +36 80 900 365  
ugyfelszolgalat@nak.hu www.nak.hu

**Felelős szerkesztő:** Fodor Attila  
**Lektor:** Fodor Zoltán  
**Kreatív vezető:** Nagy-Nizák Júlia  
**Kiadvány- és borítóterv:** Horváth Győző  
**Grafikai tervező, tördelő:** Pothárn Júlia  
**Kiadja:** © Nemzeti Agrárgazdasági Kamara – minden jog fenntartva  
**Kiadás:** 2025

**ISBN:** 978-615-6564-45-0



NEMZETI  
AGRÁRGAZDASÁGI  
KAMARA

1115 Budapest, Bartók Béla út 105-113.

Telefon: +36 80 900 365

[ugyfelszolgalat@nak.hu](mailto:ugyfelszolgalat@nak.hu)

[www.nak.hu](http://www.nak.hu)

