



РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Министерство на земеделието и храните

Център за оценка на риска

по хранителната верига



## ИНФОРМАЦИЯ

### Относно

### Интегрирана система за управление на микотоксините по веригата за доставка на фуражи: Иновативни подходи

*Появата и разпространението на микотоксини са неизбежни, варират в различните географски региони и експозицията на микотоксини представлява проблем от световно значение. Микотоксините влияят върху продуктивността на селскостопанските животни, качеството на продуктите от животински произход и излагат на риск здравето на хората. В центъра на съвременните изследвания са микотоксините във фуражи, замърсени от различни видове (самостоятелно или няколко вида заедно), модифицирани и нововъзникващи микотоксини. Предотвратяване на замърсяването с плесени и микотоксини е почти невъзможно. Производителите на фуражи трябва да прилагат цялостно управление на замърсяването с микотоксини, за да ограничат риска по веригата за доставка на фуражи като прилагат системата „Анализ на опасностите и критични контролни точки“ (Hazard Analysis and Critical Control Point - HACCP). През 2021 г., италиански учени Fumagalli, F. et al., 2021 публикуват статия, в която предлагат иновативна интегрирана система за управление на микотоксини с акцент върху нови стратегии за контрол върху тях. Специфични и подобрени технологии (например нанотехнологии) и протоколи за управление са отчетени като обещаващи и устойчиви възможности за осъществяване на превенция, контрол и управление на микотоксините. Бъдещите проучвания трябва да се съсредоточат върху методите за определяне на многократно замърсени проби, нововъзникващи и модифицирани микотоксини.*

#### Въведение

Авторите на статията определят важното място, което фуражите заемат в световната хранителна промишленост, като предпоставка за безопасно производство на храни от животински произход. Фуражната промишленост е интегрирана част от хранителната верига и генерира приходи и икономическа устойчивост. **Безопасността на фуражите е: задължително изискване за запазване на здравето и благосъстоянието на животните; фактор, гарантиращ безопасността на храните и здравето на хората; призната, споделена ценност и отговорност между всички участници в отделните етапи на производството на фуражи.**

Микотоксините са токсични съединения, образувани от метаболизма на определени гъби, които засягат културите и замърсяват продуктите, консумирани от хора и животни. Растежът на гъбите зависи от благоприятни условия на околната среда. Появата на микотоксини става трудно предвидима поради глобализацията на фуражните съставки, търговията и климатичните промени. Микотоксините са обявени за високоприоритетни от Организацията по прехрана и земеделие на ООН (ФАО) и от Световната здравна организация (СЗО) поради токсикологичното им въздействие върху здравето на животните и човека. Това

☐ Amber      ☐ Green      ☒ White

1618, гр. София, бул. "Цар Борис III" № 136; тел. +359 2 427 30 56

<https://corhv.government.bg>, [corhv@mzh.government.bg](mailto:corhv@mzh.government.bg)

Ф-ВП-4-3/0



води до законодателни ограничения за микотоксините в около 100 държави, с регионална хармонизация за Европейския съюз (ЕС), Австралия и Нова Зеландия (AU & NZ), Съвета за сътрудничество в Персийския залив (GCC) и Аржентина, Бразилия, Парагвай, Уругвай и Венецуела (Mercado Común del Sur MERCOSUR). В ЕС се прилагат максимални нива във фуражи за афлатоксини (AF) - (Директива 2002/32/ЕО) и в храни - Регламент (ЕО) № 401/2006 (за деоксиниваленол (DON), фумонизини (FUM), охратоксини (OT), зеараленон (ZEA) и токсини Т-2 и НТ-2.

Учените изразяват своите опасения относно съвместната поява на микотоксини. Фуражът може да е замърсен от няколко вида гъби и микотоксини едновременно, а токсикологичните ефекти ще са различни, в зависимост от вида на взаимодействието на микотоксините: по-слабо от адитивно, адитивно<sup>1</sup>, синергично, засилено или антагонистично. Поради тази причина, концентрациите на микотоксини във фуражите трябва да се наблюдават непрекъснато, за да се подпомогне оценката на риска.

Микотоксините се класифицират като химични или биологични опасности. Почти невъзможно е да се предотврати появата на плесен и замърсяването с микотоксини, въпреки че може да се прилагат различни методи. За да сведат до минимум рисковете по цялата верига за доставка на фуражи, е необходимо производителите да прилагат **цялостна програма за управление на микотоксините**. Тази програма трябва да е системна и да включва **всички етапи от веригата за доставка на фуражи**, като се започне от производството на суровини и се стигне до изхранването във фермата: отглеждане на културите (преди и след прибирането на реколтата), транспортиране, съхранение, работа на фуражните заводи и контрол на животинските продукти.

### Разпространение на микотоксини

Авторите разглеждат проучвания, които правят анализ на разпространението на микотоксини в световен мащаб във фуражите и фуражните суровини, главно зърно и зърнени субпродукти (царевично глутеново брашно, трици и сухи дестилационни зърна), както и други фуражни съставки (соево брашно, памучни семена, сорго, фъстъци, копра<sup>2</sup>, маниока и др.). Тези проучвания се посочват, че AFs, DON, FUM, охратоксин А (ОТА), Т-2 и ZEA са основните микотоксини, замърсяващи фуражите. Резултатите от изследванията открояват два важни проблема, които са от голямо значение за безопасността на фуражите: **съвместна поява на микотоксини, модифицирани и нововъзникващи микотоксини**<sup>3</sup>.

Проучване на микотоксините, в което е анализирана ситуацията в Европа през 2020 г., в сравнение с предходната, прави заключение: **рискът в Европа е висок до сериозен**. Най-разпространеният микотоксин е DON, следван от ZEA и FUM. Деоксиниваленолът представлява основната опасност за селскостопанските животни, като 70% от пробите от царевица са положителни за този микотоксин. Данните са свързани и с изменението на климата. През последните години в няколко северни региона на Италия, Испания и Португалия, както и в някои от южните региони на Франция и Балканския полуостров, се увеличава появата на *Fusarium graminearum* в зърнени култури, заедно с DON, предизвиквайки висока степен на разпространение на този микотоксин и в Южна Европа. Що

<sup>1</sup> Адитивно взаимодействие – влиянието на два химикала е равно на сбора на влиянията им поотделно.

<sup>2</sup> Копра се нарича месестата част, ядката на кокосовия орех

<sup>3</sup> Нововъзникващите микотоксини са нова група микотоксини, включително фузапролиферин, боверицин, ениатини и монилиформин, всички произведени от най-често срещаните гъбички, заразяващи зърното, *Fusarium spp.*

се отнася до АF, замърсяването нараства в Средиземноморската зона, където климатичните условия компрометират устойчивостта на растението гостоприемник и улесняват инфекцията с *A. flavus*. Правилата за официален контрол на нивата на микотоксини във фуражи и хранителни продукти са определени в Регламентите на Европейската комисия – (Регламент (ЕО) № 401/2006 и Регламент (ЕО) № 152/2009), определящи методи за вземане на проби и анализ.

### ***Съвместна поява на микотоксини***

Според авторите, изключително ниска е вероятността да се открие само един микотоксин, заразяващ суровините или фуражите. Глобалният мониторинг отчита, че 72% от пробите фураж и суровини са замърсени с повече от един микотоксин. Резултатите посочват **83 проби от фураж и суровини, замърсени със 7 до 69 микотоксини на проба, след анализ на 169 различни съединения**. Появата на съвместно заразяване с микотоксини в Европа има тенденция да следва същия модел. Няколко проучвания разкриват едновременното присъствие на различни микотоксини в проби от европейски страни, висок процент замърсени проби от фуражи с трихотецени (DON, ацетилдеоксиниваленол (AcDon), T2 и HT2) и FUM, както и със ZEA. Според публикуваните данни, всички проби от силаж са положителни поне за един микотоксин, а 61% от пробите съдържат пет или повече микотоксини едновременно. Установени са средно 30 микотоксина и техните метаболити на проба, а в 87% от пробите са открити 10 или повече микотоксини или метаболити. Най-често откриваните токсини са DON, ниваленол (NIV), ZEA, ениатини (ENNs) и боверицин (BEA), въпреки че нивата на тези токсини са сравнително ниски.

**Съвместното замърсяване представлява висок риск, тъй като то може да окаже неблагоприятно въздействие върху животните поради адитивни/синергични взаимодействия на микотоксините.** Сложността на ефектите варира в зависимост от една страна от вида, телесното тегло, възрастта и физиологичното състояние на животното и от друга страна от вида на микотоксина, токсичността на погълнатото съединение, механизма на действие, наличието на други микотоксини и продължителността на експозицията. Повечето резултати посочват адитивни или синергични ефекти на микотоксините, но могат да се наблюдават и антагонистични ефекти. Италианските учени обобщават, че въздействията при едновременно присъствие на познати, модифицирани и нови токсини и взаимодействията им все още са недостатъчно изяснени.

### ***Модифицирани микотоксини***

Европейският орган за безопасност на храните (ЕОБХ) нарича „модифицирани микотоксини“ всички форми, които са структурно модифицирани по отношение на „родителското съединение“ или свободните микотоксини (EFSA, 2014; EFSA, 2021). Някои растения и микроорганизми, като дрожди, нишковидни гъби и бактерии, са способни да трансформират микотоксините в конюгирани форми (биологично модифицирани микотоксини), което намалява тяхната токсичност. Токсикологичните данни за модифицирани микотоксини, включително преработени (химически модифицирани микотоксини), са все още ограничени. Последните постижения в областта на появата и токсичността на модифицираните микотоксини показват, че конюгатите на микотоксините имат намален потенциал за токсичност поради по-ниска абсорбция в стомашно-чревния тракт. Тези модифицирани микотоксини се различават по своята структура, разтворимост, молекулна маса. Те може да се образуват по време на преработка от замърсени суровини и след това отново да се превърнат в първоначалния токсин (по време на човешкия и животинския

метаболизъм). Свободните микотоксини се срещат заедно с модифицираните като концентрацията на модифицираните микотоксини превишава нивото на свободната форма. Превръщането на модифициран микотоксин в свободна форма може да доведе до повишената му бионаличност и риск за здравето на хората и животните. Авторите посочват необходимостта от създаване и валидиране на достъпни методи за откриване на модифицирани микотоксини, както и проучване на стабилността им по време на обработката на фуражите, ефектите им в храносмилателната система на животните, токсикокинетичните и токсикодинамичните им свойства. Познанията за процеса на образуването им, структурата и молекулната им маса може да попълнят аналитичните и технологични пропуски.

### **Нововъзникващи (нови) микотоксини**

Италианските учени твърдят, че нововъзникващи микотоксини се появяват все по-често в зърнени култури и хранителни продукти и се превръщат в сериозен проблем. Това са по-малко известни или по-нови форми на микотоксини, които по дефиниция не са нито рутинно определяни, нито законодателно регулирани. Най-разпространените нови микотоксини са *Fusarium* токсините като ENNs, BEA, монилиформин (MON), фузапролиферин (FP), фузидова киселина (FA), кулморин (CUL) и бутенолид (BUT). Нови микотоксини, като токсини от *Aspergillus* (стеригматоцистин - STE и емодин - EMO), от *Penicillium* (микофенолова киселина - MPA), от *Alternaria* (алтернариол - АОН, монометил алтернариол етер - АМЕ, алтенуен - ALT, алтертоксин - АТХ и тенуазонова киселина - ТеА), алкалоиди на мораво рогче и цитринин имат еднаква честота на поява във фуражи и храни.

Изследванията показват, че новите токсини бързо се превръщат в преобладаващи съпътстващи замърсители във фуражи и храни (храни от зърнено-житни култури - царевица, пшеница, ечемик и др.) и се появяват по-често при наличието и на други микотоксини от род *Fusarium*. Данните трябва да се разглеждат с повишено внимание, отбелязват авторите.

**Благодарение на съвременните аналитични методи се откриват стотици „нови“, различни гъбични метаболити в различни проби, но много от тези съединения са без значение по отношение на безопасността на храните и фуражите. Техният ограничен риск може да се промени в бъдеще: изменение на климата, произход и преработка на продуктите, както и други фактори на околната среда може да променят както появата, така и токсичността на тези съединения.** За адекватна оценка на риска и предотвратяване на бъдещи рискове, свързани с безопасността на фуражи и храни, важно е да се събира информация (поява, остра/хронична токсичност, разпространение и т.н.) относно тези метаболити.

### **Микотоксините и климатичните условия**

Развитието на плесени и последващото продуциране на микотоксини зависи в голяма степен от околната среда и външни фактори, като относителна влажност, температура и кислород/СО<sub>2</sub>. От друга страна, вътрешни фактори (състав, рН, влажност на зърното и активност на водата), играят важна роля относно вероятността за развитие на плесени и производство на микотоксини. Екстремни климатични условия като наводнения и засушавания може да бъдат фактори, предразполагащи замърсяване на културите с различни видове токсигенни гъби и свързаните с тях микотоксини.

Изменението на климата води до поява на риск за безопасността на фуражите/храните по цялата агрохранителна верига от фермата до трапезата. Според авторите **се очаква** гъбните патогени по растенията да се разпространят в световен мащаб, което може да доведе до

промяна във видовият състав на болестите и неприятелите, нападащи основните земеделски култури, по-големи икономически и социални разходи. Ефектите от изменението на климата върху зърнено-житните култури може да са значителни, тъй като узряването в Южна и Централна Европа настъпва много по-рано. Това може да намали добивите, да се отрази на вредителите и заболяванията и да доведе до увеличаване на замърсяването с микотоксини, сериозно въздействие върху безопасността на храните и продоволствената сигурност. Учените правят прогноза, че въз основа на наличните към момента данни, се очакват различни промени на климатичните условия. Стресовите фактори от околната среда имат значително влияние върху продуцирането на микотоксини.

### **Риск от микотоксини по веригата за доставка на фуражи - необходимост от план за управление**

Фуражите може да се замърсят с микотоксини на всеки етап от производството: на полето, при прибирането на реколтата и транспорта, по време на съхранението, преработката и при престоя във фермата (Снимки 1- 6).



Снимка 1. Растеж на земеделска култура, период преди жътва



Снимка 2. Транспорт



Снимка 3. Съхранение



Снимка 4. Фуражен завод



Снимка 5. Транспорт на готови фуражи



Снимка 6. Ферми

Веригата за доставка на фуражи е сложна и разчленена, което се отразява и на замърсяването с микотоксини. Авторите на статията твърдят, че поради увеличеното търсене на животински продукти, до 2050 г. търсенето на фуражи ще се увеличи и безопасността на фуражите ще е от голямо значение. В процеса на производството на фуражи има стъпки, които са предназначени за справяне със замърсяването от микотоксини и може да бъдат актуализирани чрез експериментирание на нови технологии.

Един от възможните подходи за управление на рисковете от микотоксини по веригата за доставка на фуражи е използване на **интегрирана система** (Фигура 2.). Интегрираната система включва технически аспекти като:

- определяне на регулаторни ограничения,

□ Amber

□ Green

☒ White

- програмиране на прецизен мониторинг и
- контрол при култивиране и по време на производствените фази.

Интегрираната система предлага решения за евентуални несъответствия и за широкообхватно обучение на всички оператори във фуражния сектор. Следователно интегрираната система е превантивна, за планиране на действията при системни аномалии. **Това е план за предотвратяване на неподготвеност в случай на заразяване.**



**Фигура 1. Фази на интегрирана система за управление на микотоксини**

Източник Fumagalli, F. et al., 2021

Интегрираната система се основава на синхронизирано използване на инструменти за превенция и контрол като: добри земеделски практики (GAP), добри производствени практики (GMP), добри хигиенни практики (GHP), анализ на опасностите и критични контролни точки (НАССР) на всички етапи на производството на фуражи от полето до крайния потребител.

*Анализ на опасностите и критични контролни точки (НАССР) при замърсяване на фуражи с микотоксини*

В една интегрирана система за управление превенцията е ключова и рисковете, свързани с микотоксини трябва да бъдат сведени до минимум на всяка производствена фаза. Най-добрият начин за справяне със заразяването с микотоксини е на етап преди прибиране на реколтата. Ако настъпи замърсяване след това, свързаните опасности може да се контролират чрез техники след прибиране на реколтата, като се прилагат докладваните коригиращи действия в плана НАССР.

Системата НАССР е предназначена да намали риска от експозиция на фуража чрез идентифициране на опасностите, мониторингов контрол и прилагане на научна методология за контрол на качеството. Прилагането на НАССР е насочено към подобряване безопасността

на храните чрез контролиране на замърсяването на суровините с микотоксини по пътя им от нивите до животните във фермите.

Контролните параметри за производство на устойчиви към микотоксини продукти включват:

- време на прибиране на реколтата,
- температура,
- ниво на влажност при съхранение и транспортиране,
- подбор преди преработка на фуражите,
- среди за обеззаразяване,
- транспортиране и съхранение на продукта.

От първостепенно значение е да се определят критичните контролни точки, опасностите, границите на контрол, превантивните действия, стратегии за мониторинг (измерими параметри, методи, честота на контрола и отговорна фигура), коригиращи действия, записи и накрая проверки на всеки етап от веригата за производство на фуражи. Тези параметри със сигурност са специфични за всяка операция и зависят от вида на свързания риск. Освен това, системата НАССР може да бъде проектирана и използвана в комбинация с други системи за качество.

### Стратегии за контрол на микотоксините

Италианските учени предлагат следните основни стратегии за обеззаразяване:

- елиминиране на микотоксините от зърното;
- директно разграждане на микотоксините във фуражите;
- намаляване на бионаличността на микотоксините в гастроинтестиналния тракт на животните.

### Нови стратегии за контрол на микотоксините

Според авторите увеличеното търсене на иновативни методи за контрол на микотоксини, без наличие на токсични химически остатъци в храните и фуражите, води до някои модернизации.

### *Растеж на растението: период преди жътва и жътва*

Съвременните селскостопански технологии (техниките за прецизно земеделие) позволяват контрол на състоянието на културите и избягване на хранителните и екологичните дефицити. Бързото развитие на информационните технологии доведе до разработване на **математически модели** (климатични модели) за регионално прогнозиране на микотоксините в полеви мащаб. **Интердисциплинарният подход** е от основно значение за използването на информацията от прогнозните модели в практиката за намаляване на замърсяването с микотоксини във фуражи и храни.

**Биотехнологиите** са сред иновативните методи за контрол на микотоксини в периода преди прибиране на реколтата. За да се предотврати замърсяването с микотоксини на полето, трябва да се използва комбинация от стратегии като био-конкурентни гъби и повишаване на

устойчивостта на растенията-гостоприемници. Начините на действие на агентите за биологичен контрол (Biological control agent BSA) са: антибиоза, конкуренция, микопаразитизъм и стимулиране на растителната защита. Проведените проучвания [1] показват, че **комбинацията от множество антагонисти** води до ефективни резултати по отношение на намаляването на микотоксините. Много BSA са тествани *in vitro*, но не всички от тях са ефективни на полето.

Друга проучвана иновационна област е технологията, която разглежда действието на **антитела**. Представлява проектиране на моноклонални и рекомбинантни гъбични специфични антитела, експресирани от растения, които могат да намалят разпространението на патогени в полето и могат да намалят продукцията на микотоксини. Проучено е действието на трансгенни антитела, но тяхното производство и поддръжка са трудни (висока цена, специфична клетъчна култура, съоръжения).

Биотехнологичен напредък в контролирането на микотоксините, преди прибирането на реколтата, представлява **генното инженерство на растенията**. Разпознати са биохимични и генетични маркери за резистентност в културите, като селектируеми маркери при размножаване, за устойчивост към замърсяване с микотоксини. Разработени са прототипи на генетично модифицирани култури, които съдържат два различни типа гени. Един за устойчивост на фитотоксични ефекти, като по този начин помага за намаляване на вирулентността на гъбите, а другият съдържа гени, кодиращи инхибитори на растежа за намаляване на инфекцията, т.е. намаляване на производството на микотоксини по биосинтетичен начин. Авторите твърдят, че **все още не е открит нито един ген, който да придаде устойчивост на културите към инфекции от микотоксигенни гъби, или за детоксикация на микотоксини в растенията, но съществуват гени, които имат потенциала да намалят присъствието на гъби и производството на токсини**.

Учените разглеждат **нанотехнологиите**, които имат възможността да революционизират някои традиционни методи за контрол на микотоксини и се разпространяват в областта на диагностиката и откриването на микотоксини. Прилагат се разнообразни наноматериали, които имат противогъбично или инхибиращо действие върху микотоксини. Авторите разделят нано-средствата на два класа: противогъбични смеси, капсулирани в полимерни наноматериали, прилагани при подходящи условия (напр. промяна на рН, по-високи температура и наличие на ензими) и наноматериали, които потискат функциите на гъбите. Първият клас се характеризира с висока степен на нестабилност във въздушна среда. Вторият се основава главно на стабилност, възможност за екологично приготвяне и висока ефективност на металните наночастици (НЧ). Сребърните йони с наноразмери имат антимикробни свойства, противогъбична активност, потенциал да контролират спорообразуването на гъбични растителни патогени и представляват достъпно производство. През последните години са експериментирани нано-торове и нанофунгициди. Листните приложения на инженерни НЧ имат потенциал да повишат устойчивостта на растенията срещу патогени. В момента се провеждат проучвания на някои нови нанодиагностични комплекти, които могат да бъдат използвани за откриване на патогени по растенията или за предотвратяване на тяхното развитие. Тези микосензорни анализи дават възможност за откриване в реално време на най-често срещаните микотоксини, присъстващи на една лента (редова сеитба) от зърнени култури при или под техните максимални граници на остатъци в ЕС. Предимството на тези комплекти е, че са бързи, евтини и лесни за използване.



**Приложението на нанотехнологиите в микотоксикологията е все още в начална фаза. Съществува известна степен на несигурност относно ефективността на нанотехнологии за елиминиране на микотоксини от селскостопански продукти. На лице са и някои съществени пропуски в знанията относно противогъбичните механизми на действие на наноматериалите. Проблем представлява определянето на точната доза наночастици при противогъбични приложения поради потенциалните токсикологични и екотоксикологични въздействия. Необходима е и подробна оценка на безопасността на наночастиците, повече проучвания, които да установят последиците от въздействието им и да обхванат всички техни фармакологични свойства и токсикологични аспекти.**

Става ясно, отбелязват учените, че във фазата преди прибиране на реколтата е трудно да се приложи НАССР поради различните култивирани видове и липсата на стандартизация. Иновациите обаче могат да предоставят решения за прецизно и целенасочено планиране на операциите по отглеждане, напояване, наторяване, както и за навременно прибиране на реколтата, интервенции за избягване на стреса при растенията, които лесно се интегрират в плана за НАССР.

### ***Съхранение***

Авторите отбелязват, че неправилното съхранение на зърното води до по-големи количествени и качествени загуби. Валидна стратегия за превенция от микотоксини в тази **критична фаза** е контролираната атмосфера в помещенията (силози и складове); по-специално, високата концентрация на азот ( $N_2$ ) представлява широкомащабен, екологичен и евтин метод (подкрепен от научни доказателства) за превенция на съхранявани зърнени култури. Ако зърното е заразено, се натрупват летливи съединения и излъчват миризма. Сензорната технология позволява ранно и точно откриване на наличие на насекоми/гъби.

Система за съхранение, използваща **информационни технологии**, може да гарантира качеството на зърното чрез контрол и наблюдение на факторите на околната среда, като температура, светлина, влажност, вредители и хигиена, за да се намалят загубите на фураж. Безжични сензори, интегрирани или инсталирани отделно в зърното и комуникиращи помежду си в рамките на мрежов подход, биха могли да предоставят полезни данни за наблюдение на условията на съхранение на зърно. Системите за наблюдение в реално време подобряват качеството на съхранение и намаляват не само загубите, но и работната сила и интензивността на труда.

### ***Операции във фуражния завод***

Производство на фуражи представлява процес от сложни операции, които включват много етапи, като пресяване, сортиране, анализи и различни технологични обработки преди опаковане. Координираната програма за управление на микотоксините във фуражните заводи започва с широкообхватно осигуряване на качеството. Тя трябва да включва не само изследване за микотоксини по време на процеса на образуването им, но и трябва да има стратегии за предотвратяване на въвеждането им в производствения процес. Основният елемент в програмата за **входящ скрининг** е да се оценят рисковете, свързани с всяка съставка, така че крайният фуражен продукт да отговаря на качествените показатели, определени за различните видове животни.

### ***Иновативни техники за откриване и сортиране***

Авторите посочват, че точността при вземане и тестване на проби е от решаващо значение за цялостното управление на микотоксините във фуражите. Вземането на проби

трябва да бъде представително за анализирани суровини. От изключителна важност са подходящите планове за вземане на проби, основани на целта. Бъдещите предизвикателства в областта на изследването на микотоксини са оценката на множество микотоксини, понататъшната миниатюризация и преносимост за тестване на микотоксини на място. Освен това, тези методи трябва да бъдат лесни за употреба и икономически ефективни. Течната хроматография, флуоресцентното изобразяване и рефлексия могат да откриват микотоксини на ниво едно ядро, което може да осигури подобряване на методите за отстраняване чрез сортиране, което би могло да повлияе на сигурността на фуражите и фуражните остатъци.

#### *Иновативни техники за обеззаразяване*

Съвременното направление е насочено към **неинвазивни методи за обеззаразяване**, които не променят химическия състав и качеството на суровините, но имат определена ефективност за намаляване на микотоксини.

Прилагането на **озон (O<sub>3</sub>)** показва благоприятни резултати при управление на микотоксините в хранителната индустрия и представлява все по-голям интерес. Предизвикателство е определянето на продуктите на разграждане, които се образуват след третиране с O<sub>3</sub>.

Технологията **студена плазма**<sup>4</sup> – намалява и разгражда микотоксините в храни и фуражи и може да бъде устойчив метод, който изисква по-малко вложена енергия и инвестиции. Целта на прилагането на студена плазма е да се обработят големи количества храни и фуражи, но тестовете все още са недостатъчни. Микотоксините в зърнените култури и фуражите може да бъдат отстранени чрез плазмено третиране, без да се предизвиква промяна в хранителния състав.

Нововъведение в областта на обеззаразяването от микотоксини е използването на **електромагнитно лъчение**, което включва гама-лъчение, импулсна светлина, радиочестота и микровълни. Гама лъчението е оценено като ефективен метод за поддържане на качеството на селскостопанските продукти и храни. Резултатите от гама-облъчването за намаляване на микотоксините са противоречиви, тъй като ефикасността му зависи от броя и вида на гъбите, състава на храната, дозата на облъчване и влажността на въздуха.

През последните години **наноматериалите** имат водеща роля при фотокаталитичното разграждане на микотоксини. Те са евтини, екологично чисти и се прилагат лесно, но все още не са достатъчно проучени и може да представляват както възможност, така и заплаха. За ефективното използване на нанотехнологиите за отстраняване на гъбични патогени има належаща нужда от задълбочено проучване на нано-гъбичните взаимодействия, както и оценка на въздействието на нарастващите количества наноматериали в околната среда, каквато в момента липсва.

#### *Иновации в опаковането*

Авторите посочват основната функция на оптималния опаковъчен материал - да гарантира качеството на храните/фуражите по време на транспортиране и съхранение, като по този начин се удължава срока на годност на продукта. **Активните или подобрени опаковки**

---

<sup>4</sup> Студената плазма (понякога наричана четвъртото състояние на материята) е частично йонизиран газ при понижено налягане, състоящ се от йони, електрони, ултравиолетова светлина и реактивни неутрални вещества, като радикали, възбудени молекули и молекули в основно състояние. Използва се за пречистване на въздух и води, обработка на храни и материали <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/cold-plasma>

осъществяват взаимодействие между опаковката и продукта, което ограничава развитието на микроорганизми и намалява процесите на влошаване на качеството. Тези иновативни технологии вече са проучени в хранителния сектор, но в момента публикациите за фуражната промишленост са малко.

**Нановлакната** представляват значителен интерес в опаковъчната индустрия. Разработени са два вида хибридни нановлакна, използващи синтетични и естествени полимери. Те се състоят от целулозен ацетат или поливинил хлорид (PVC), капсулирани със сребърни наночастици (AgNPs), създадени чрез електроспининг. Включването на AgNPs в двата материала предотвратява растежа на дрожди и плесени, което води до обещаващи резултати за производство на противогъбични опаковки за фуражи. Бъдещи проучвания, свързани с предизвикателствата при използване на нанотехнологии (натрупване в околната среда и дългосрочни последици върху околната среда и живите организми) ще определят и възможните рискове.

Иновационна технология представлява **интелигентната опаковка**, която може да следи състоянието на продуктите и да предоставя информация. Наличните системи използват показатели (индикатори за време и температура, свежест и газ), сензори (химически, биосензори или сензори за хранителни продукти) или носители на данни (баркод етикети). Опаковки от следващо поколение ще проследяват състоянието на съставките от фермата до трапезата, от момента на производството, преработката и доставката до животновъда, чрез **интегрирана радиочестотна система**, (Integrated Radio-Frequency Identification - RFID). Системата може да бъде ценен помощен инструмент за управление на микотоксините по цялата верига за доставка на фуражи.

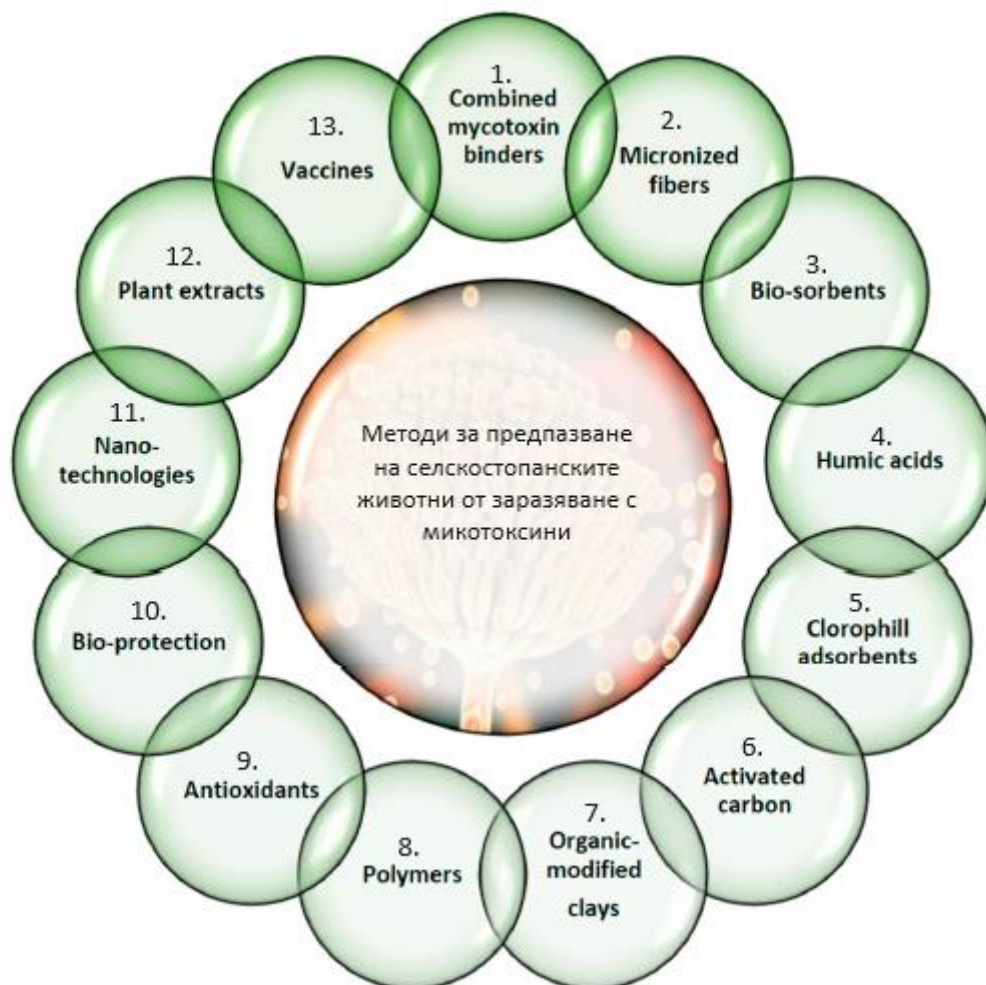
Според авторите обединението на активните и интелигентните опаковки позволява разработването на „умни“ **опаковки**, които ще имат значение в близко бъдеще. Това може да опрости наблюдението и управлението на фуражите от гледна точка на НАССР.

**Торбите за подобро съхранение на култури** (Purdue Improved Crop Storage - PICS) представляват тройно опаковане с херметична технология, две вътрешни обвивки от полиетилен с висока плътност (high-density polyethylene - HDPE) и външен слой от полипропилен (PP). Торбите PICS намаляват притока на кислород и ограничават отделянето на въглероден диоксид, което предотвратява появата и развитието на насекоми в съхраняваните зърнени култури и появата на гъби.

### ***Животновъдна продукция***

Производителите на фуражи гарантират, че фуражи с ниско съдържание на микотоксини напускат предприятието, но има технологично време за съхранение във фермата, предшестващо консумацията от животните. Детоксикацията на микотоксини се счита за постоянно предизвикателство във фуражната промишленост, отбелязват учените. Най-ефективният подход за свеждане до минимум на неблагоприятното въздействие на микотоксините върху селскостопанските животни е използването на **адсорбенти за микотоксини**. Органичните свързващи вещества и биотрансформиращите агенти са разградими и екологично устойчиви, имат ниска степен на включване, способност за свързване на множество микотоксини и икономическа целесъобразност, висока специфичност (ензими, специфични за всеки микотоксин) и липса на токсичност. **Биотрансформацията** може да бъде перспектива при управлението на риска от микотоксини. Тя представлява трансформация на неабсорбиращите се микотоксини в безвредни елементи без рискове за животните. **Биозащитата** придобива все по-голям интерес благодарение на научно

доказаното действие на смеси от екстракти от растения и водорасли, които стимулират чернодробната и имунната функция при животните, за да се справят с неблагоприятните последици от микотоксините.



**Фигура 3. Нови стратегии за предотвратяване на замърсяването с микотоксини.**

1. Комбинирани свързващи микотоксини вещества; 2. Микронизирани влакна (фибри); 3. Биосорбенти; 4. Хуминови киселини; 5. Адсорбенти на основа хлорофил; 6. Активен въглен; 7. Органично модифицирани глинни; 8. Полимери; 9. Антиоксиданти; 10. Биозащита; 11. Нанотехнологии; 12. Растителни екстракти; 13. Ваксини. Източник Fumagalli, F. et al., 20211

Тествани са **комбинирани свързващи микотоксини вещества**, като бентонит, който включва микроорганизми, ензими и смес от растения и водорасли за чернодробна и имунна защита. Смес от неорганични и органични адсорбенти е подходяща за прилагане при многократно замърсени фуражи. Тези смеси представляват най-пълно покритие срещу неблагоприятното въздействие на микотоксините, тъй като имат комбинирано действие - адсорбция, биотрансформация и биозащита.

**Микронизираните влакна (фибри)** имат благоприятен ефект като адсорбенти на микотоксини, благодарение на добрата адсорбция в червата и по-голямата фекална екскреция. Те са целулоза, хемицелулоза и лигнин, получени от различни растения, като например зърнени или бобови култури (пшеница, люцерна, овес, ечемик, грах и люспи). Остатъците при производството на червено вино, включително дехидратирано гроздово къспе (богато на фенолни съединения), показват (*in vitro*), че успешно отстраняват микотоксини в течна среда (AFB1, ZEN, OTA и FBs) и представляват обещаващ отличен адсорбент. Ябълковото къспе

(богато на фибри и пектин) е доказан адсорбент на микотоксини (намалява неблагоприятния ефект на DON), когато се влага в замърсен с DON фураж за прасета. Установено е, че **биосорбцията** чрез странични селскостопански продукти е евтин и безопасен начин за намаляване на микотоксините. Гроздовите семки, отпадъците от артишок и бадемовите люспи са обещаващи биосорбенти за микотоксини, ефективни срещу AFB1, ZEA и OTA. Тези проучвания показват обещаващи технологични приложения за странични селскостопански продукти като фуражни/хранителни добавки за намаляване на микотоксините, прилагайки принципи на кръговата икономика и намаляване на отпадъците от хранителните вериги чрез повторна употреба на тези продукти. Откриване на нови технологии за използване на противогъбични съединения от хранителни/фуражни отпадъци или съпътстващи продукти, като например отпадни води при производството **на зехтин (маслиново масло)** или странични продукти от винарски изби, може да подобри устойчивостта и да намали разходите.

**Хуминовите киселини** се получават при естественото разлагане на органични растителни материали и техните *in vitro* проучвания показват интересни резултати. Те могат да адсорбират микотоксини, по-специално AFB1, OTA и ZEN. Изследвания на хуминови киселини (0,1 до 0,3%), добавени към фуражи за пилета бройлери, показват облекчаване на ефекта на афлатоксин върху подрастващите птици. Резултатите са показателни и могат да се прилагат във връзка с други практики за управление на микотоксините, като концепцията се разширява и за други видове животни.

Някои **адсорбенти на основа хлорофил** са проучени като потенциални секвестриращи агенти<sup>5</sup> срещу микотоксини. Употребяват се в комбинация с други адсорбенти (неорганични) и се прилагат при преживни животни.

Сред органичните адсорбенти интерес представлява **активният въглен**, който е неразтворим прах, който се получава от някои органични съединения (чрез пиролиза), след физичното или химичното им активиране, за да се развие силно пореста структура. Тестван е *in vitro*, демонстрирайки определена ефективност, която *in vivo* все още не е потвърдена.

**Органо-алуминосиликатите или модифицираните глинни**, чрез модификации, могат да надхвърлят границата си на селективност към един микотоксин.

Други адсорбенти от синтетичен произход са **полимерите**. Холестирамин, дивинилбензен-стирен и поливинилпиролидон са някои примери, за които е доказано, че свързват микотоксини както при *in vitro*, така и при *in vivo* експерименти. Те имат висока ефикасност, но по-високата цена за практическите приложения може да представлява ограничение за приложението им.

Нарастващ интерес е насочен към подходи за **биологична детоксикация**, основани на конкурентно елиминиране от нетоксигенни щамове гъби за смекчаване на развитието на микотоксини и предотвратяване на абсорбцията им в организма на животните. Този метод се определя като микробна детоксикация. Различни микроорганизми, като млечнокисели бактерии (*Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Propionibacterium* и *Lactococcus*), имат активно микотоксини свързващо действие. Други микроорганизми се определят, като свързващи /разграждащи АФ във фуражите/храните, като *Saccharomyces cerevisiae* и някои бактерии като *Rhodococcus erythropolis*, *Bacillus* sp., *Stenotrophomonas maltophilia*, *Mycobacterium fluoranthenvivans* и *Nocardia corynebacterioides*. Резултатите, постигнати при

<sup>5</sup> Секвестриращ агент е химично съединение, което е способно да образува комплекс с метални йони и спомага за отстраняването на тези йони от разтвор <https://bg.strephonsays.com/difference-between-chelating-agent-and-sequestering-agent>

микробиологично отстраняване на микотоксини, са стъпка напред за разработване на търговски технологии. Допълнителният скрининг на микроорганизми може да доведе до откриване на ефективни видове, разграждащи микотоксини, за да се повиши качеството и безопасността на фуражите и да се защити здравето на животните. Бъдещите изпитвания трябва да се съсредоточат и върху откриването на механизмите за свързване на микотоксините, за да се гарантира постоянството им. **С правилните насоки, млечнокиселите бактерии може да бъдат широко прилагани в производството на сурови фуражи/храни, подлежащи на замърсяване с микотоксини.**

Учените посочват, че през последното десетилетие често се проучва прилагането на **растителни съединения** за предотвратяване развитието на токсигенни гъби и микотоксини. Механизмите на действие са насочени към клетъчната стена, плазматичната мембрана, протеините и функционалността на митохондриите на гъбичните клетки. Фунгитоксичните свойства на етеричните масла, богати на феноли; терпени и азот (N) -съдържащи съединения и вторични метаболити (танини, терпеноиди, алкалоиди и флавоноиди) са доказани *in vitro*. Опитите *in vivo* са с ниска надеждност поради непълното характеризиране на състава на етеричните масла и количествено определяне на активните съединения. Въздействието им не е напълно определено, тъй като може да има вариации в анатомията и функционалността на стомашно-чревния тракт при един и същ вид животни. Антигъбичното действие на растителните екстракти е с голям потенциал благодарение на лесното им приготвяне и безопасност. Освен това, те са ефикасни с оглед на системното им действие и липсата на остатъчно въздействие, биоразградимостта и подобряването на метаболизма на животните.

Сред последните нововъведения за **биоактивните растителни компоненти/метаболити е комбинирането им с нано-абсорбиращи агенти** с цел намаляване на микотоксините и техните неблагоприятни ефекти за здравето. Наноспонги на основата на В-циклодекстри (В-cyclodextrin), капсулирани с растителни биоактивни съединения са предназначени за борба с токсигенните гъбички, намаляване на микотоксините във фуражите/храните. Изискванията за намалено потребление на ресурси, както и развитието, което изисква пазара, позволяват на нанотехнологиите да се приложат срещу разпространението на микотоксините при отглеждането на животни. Наноматериалите имат характеристиките, които пазарът търси: висока специфичност, поръзност, екологичен произход и производство и икономичност. Може да има и хибридни наноматериали, използвани като свързващи микотоксини и детоксикиращи агенти. Високите очаквания за наноматериалите са свързани с техния потенциал да бъдат селективни към микотоксините. Серия от *in vitro* проучвания показват, че потенциалът е постижим, но **трябва да се вземе предвид липсата на *in vivo* проучвания.**

Микотоксините са причина за проява на оксидативен стрес при животните. Една работеща стратегия за намаляване на ефекта му са добавките в храненето. Във фуражите се препоръчват добавки от **естествени антиоксиданти**: токоферол, селен или цинк, както и витамини А, Е и С, провитами, каротеноиди, комбинация от тях може да подпомогне борбата с микотоксините. Комбинираното използване на антиоксиданти, дрожди (обогатени със селен), калций и магнезий, есенциални аминокиселини (метионин, аланин или аминокиселини прекурсори) и мазнини може да бъде от полза по време на микотоксикоза.

Според авторите **наночастици** на основата на церий, цинков (титаниев) оксид, сребро, злато, селен или въглерод имат доказани антиоксидантни свойства. Антиоксидантната способност на металните наночастици може да бъде подобрена чрез зелен синтез - обогатяване

с естествени съединения, които повишават донорната им активност. Полимерни нанокапсули запазват и освобождават антиоксиданти до целевата тъкан. Да се определи точната дозировка и да се определи токсичността. **Въпреки това все още липсват доклади за специфични ефекти върху здравето на животните и хората при консумацията на селскостопански продукти, получени от растения, изложени на нано-агрехимикали.** Приложенията на наноматериалите за контрол на замърсяването с микотоксини са все още в предварителен етап. Неизвестните ефекти от наноматериалите върху околната среда и здравето на животни и хора може и да ограничат широкото им приложение. Безопасна употреба на наночастици при контрол на замърсяването с микотоксини предстои да бъде проучена.

Микотоксините не са белтъчини и имат ниско молекулно тегло. Приложението им като конюгирани имуногени трябва да се проучи. Възможна **ваксина** могат да бъдат протеиновите конюгати на "микотоксоиди", химически детоксикирани микотоксини, които могат да предизвикат реакции на антители. Ваксинацията може да бъде реална възможност за предотвратяване на рискове за животни, причинени от микотоксини. Производството на тази ваксина е скъпо и за сега не се използва като стратегия за намаляване на риска.

**Основните предизвикателства**, които иновациите, свързани с управлението на микотоксини в животновъдството, трябва да преодолеят, са:

- характеризирание на активното съединение;
- стандартизиране на дозата;
- определяне на биологична активност;
- взаимодействие с фуражната матрица;
- фуражните съставки или други фуражни добавки;
- токсикологичното характеризирание на продуктите от разграждането.

Преходът от проучвания към работа на терен трябва да има предвид законодателните изисквания. Прилагането на нови добавки във фуражи, редуциращи микотоксини, се нуждае от научна оценка от Европейския орган по безопасност на храните (ЕОБХ), като вече има одобрени, които се предлагат в търговската мрежа.

### **Заклучения**

Учените правят заключение, че доставката на фуражи представлява много сложна верига и са необходими непрекъснати изследвания за подобряване на управлението на микотоксините по нея. Един-единствен подход за справяне с това замърсяване не е достатъчен. Необходима е цялостна система по веригата, която включва всички свързани етапи. Системата НАССР не представлява панацея за контрол на микотоксините, тъй като рискът от замърсяване е неизбежен. Приемането на стандартите GAP, GMP и НАССР е основа за разработване на **ефективна интегрирана програма за управление на микотоксини**, която трябва да вземе предвид фактори като: климат, системи за земеделие, технологии преди и след прибиране на реколтата, съответствие между производители и преработватели, достъпност на аналитичните инструменти, грижа за общественото здраве и приемлива цена. Тази система за управление трябва да комуникира между експертите по цялата верига, състояща се от земеделски производители, потребители, преработватели и търговци, за да бъде ефективна. При такава процедура ще се намалят рисковете на всеки производствен етап и ще бъдат сведени до минимум опасностите при крайният продукт, свързани със замърсяването с микотоксини.

Контрол на замърсяването с микотоксини чрез прилагане на **глобален златен стандарт** може да предотврати рисковете за здравето по няколко начина:

- подобряване на качеството и ефикасността на произвежданите култури и произлизащите от тях фуражи;
- намаляване на отпадъците и загубите на суровини (агропродукти);
- опростяване на производството на безопасни фуражи;
- осигуряване и подобряване на здравето на животните по икономически и екологично устойчив начин;
- ограничаване на остатъците от микотоксини в храните от животински произход, за да се гарантира общественото здраве.

Осъзнаването на тези насоки може да насърчи създателите на политики и участниците по веригата за създаване на безопасни фуражи да обмислят оперативни начини за управление на микотоксини по цялата хранителна верига.

### Значение за България

През 2023 г. европейско проучване (Alltech 2023 European Harvest Analysis) събира и оценява над 1100 проби от зърно и фураж от повече от 20 различни страни. Резултатите показват като цяло **година с по-висок риск от микотоксини** в Европа. Дъждовете, паднали преди прибирането на реколтата в Северна и Западна Европа, са причинили забавяне на прибирането, което е създавало идеални условия за развитие на плесени и микотоксини (свързани с *Fusarium*, при посевите от пшеница и ечемик). Ечемикът показва най-висок риск със средно шест микотоксина на проба. Като цяло предизвикателството с наличие на микотоксини в царевичката е по-ниско през 2023 г., отколкото през последните години. **Все още обаче има зони с по-висок риск в Централна и Южна Европа.** Рискът от *Penicillium* продължава да доминира във фуражите. Повече от 700 проби от царевичка са анализирани тази година и резултатите показват, че афлатоксини са открити в почти 70% от пробите от Централна и Южна Европа, със средни нива от 6 ppb. Въпреки това, по-голям риск за царевичката представляват микотоксините от *Fusarium* като зеараленон, дезоксиниваленон (DON) и T2-NT2 токсини. Охратоксинът е по-разпространен тази година, отколкото през 2022 г., със средни открити нива от 28 ppb. **Общият риск от микотоксини при царевичка се счита за нисък до умерен.** Предизвикателството *Penicillium* е водеща тема за разговори относно фуражи през последните няколко години и е необходимо да се сравнят профилите на микотоксините в силажа от царевичка и силажа от трева. В царевичния силаж, трихотецени тип В присъстват в над 95% от пробите, със средни нива от 1561 ppb, което увеличава риска. За сравнение, тревният силаж е изложен на най-голям риск от микотоксини от *Penicillium*, със средни нива от 338 ppb и честота на разпространение над 62%. Когато и двете съставки са включени в диета с обща смесена дажба, това може да създаде още по-голям риск за млекодайни или месодайни животни. Късната жътва засилва предизвикателствата при сламата, която остава на земята за продължителен период от време. **Пробите от слама, изпратени в лабораторията тази година, са (както и през последните години), силно замърсени с нововъзникващи микотоксини и трихотецени тип В.** Средните нива на трихотецени тип В са почти 1500 ppb. Това е факт, който животновъдите трябва да знаят навсякъде, където сламата се използва като постелка или като фуражен материал.

Анализът на европейската реколта показва, че микотоксините са постоянен, динамичен проблем, който животновъдите трябва да управляват. Тестването, директно след прибиране на реколтата, предоставя общ преглед на регионалните модели на замърсяване. Условието на съхранение след прибиране на реколтата и практиките за хранене във фермата може да



повлияят на съдържанието на микотоксини и на реалната експозиция на животните. За да се справят най-добре с това предизвикателство, производителите трябва да обмислят **рутинна програма за управление на замърсяването с микотоксини, която може да разкрие специфичните рискове. По този начин да се направи информиран избор относно това какви стратегии за смекчаване са необходими за поддържане на здравето и продуктивността на животните.**

Проблемът с микотоксините и микотоксикозите е свързан с големи икономически загуби. Почти невъзможно е да се осъществи предпазване от контаминанти като токсични плесенни видове и микотоксини. **Прилагането на подходящи, доказано безопасни иновативни интегрирани системи за цялостно управление на замърсяването с микотоксини ще ограничи риска по веригата за доставка на фуражи и потенциалния риск за здравето на животните и хората.**

#### **Източници:**

**Fumagalli, F.;** Ottoboni, M.; Pinotti, L.; Cheli, F. Integrated Mycotoxin Management System in the Feed Supply Chain: Innovative Approaches. *Toxins* 2021, 13, 572. <https://doi.org/10.3390/toxins13080572>

**Директива 2002/32/ЕО** на Европейския Парламент и на Съвета от 7 май 2002 година относно нежеланите вещества в храните за животни ОВ L 140, 30.5.2002г., стр. 10—22 (ES, DA, DE, EL, EN, FR, IT, NL, PT, FI, SV), специално българско издание: глава 03 том 042 стр. 42 - 53

**Регламент (ЕО) № 401/2006** на Комисията от 23 февруари 2006 година за установяване на методи за вземане на проби и за анализ за целите на официалния контрол на нивата за микотоксини в храни ОВ L 70, 9.3.2006г., стр. 12—34 ОВ L 330М, 28.11.2006г., стр. 228—250 (МТ) специално българско издание: глава 03 том 070 стр. 140 – 162

**Регламент (ЕО) № 152/2009** на Комисията от 27 януари 2009 година за определяне на методите за вземане на проби и анализ за целите на официалния контрол на фуражите ОВ L 5 EFSA.

**Scientific Opinion** on the risks for human and animal health related to the presence of modified forms of certain mycotoxins in food and feed. *EFSA J.* 2014, 12, 3916.

**EFSA.** Mycotoxin Mixtures in Food and Feed: Holistic, Innovative, Flexible Risk Assessment Modelling Approach: MYCHIF.External Scientific Report 2020. Available online: <https://www.efsa.europa.eu/it/supporting/pub/en-1757> (accessed on 18 June 2021).4, 26.2.2009г., стр. 1—130

**Alltech 2023** European Harvest Analysis Анализът на европейската реколта Alltech 2023 разкрива, че трудни метеорологични условия са допринесли за високи нива на микотоксини в зърната 4 декември 2023 г.; <https://www.alltech.com/press-release/alltech-2023-european-harvest-analysis-reveals-challenging-weather-conditions>; с автоматичен превод на български език: <https://www-alltech-com.translate.goog/press-release/alltech-2023-european-harvest-analysis-reveals-challenging-weather-conditions? x tr sl=en& x tr tl=bg& x tr hl=bg& x tr pto=sc>

Снимка 1. <https://pixabay.com/bg/photos/%D0%BF%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0-%D0%B7%D1%8A%D1%80%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8-%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B8-%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%B5-1900464/>

Снимка 2. <https://agro-sdelka.bg/7957?slink=DcPUnAh>

Снимка 3. <https://agro-sdelka.bg/3748?slink=2Ot8eoi>

Снимка 4. <https://www.manex.bg/bg/activities/furazhoproizvodstvo?92>

Снимка 5. <https://agri.bg/gallery/kombinirani-furazhi-gebi?image=2>

Снимка 6. <http://rurallife.4stupki.com/pages/selskostopanski-jivotni>



Други информации в областта на фуражите и фуражните добавки могат да бъдат намерени на интернет страницата на ЦОПХВ: – <https://corhv.government.bg/>,  
<https://corhv.government.bg/Фуражни-добавки-продукти-и-субстанции-във-фуражи--с-97>

## Ограничаване наличието на микотоксини. Стратегии за осигуряване на безопасност на храни и фуражи

[https://corhv.government.bg/files/2020/Mycotoxins\\_M\\_Zagorova\\_3.pdf](https://corhv.government.bg/files/2020/Mycotoxins_M_Zagorova_3.pdf)

## Оценка на риска от микропластмаси, приети с храната от различни видове животни научен обзор

<https://corhv.government.bg/%D0%94-%D0%A0-%D0%92%D0%9C%D0%9E%D0%9D%D0%95%D0%92%D0%90-%D0%9A%D0%97%D0%90%D0%A5%D0%90%D0%A0%D0%98%D0%95%D0%92%D0%90:-%D0%9D%D0%90%D0%A3%D0%A7%D0%95%D0%9D-%D0%9E%D0%91%D0%97%D0%9E%D0%A0:-%D0%9E%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%B0-%D0%BD%D0%B0-%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D1%82-%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%B8-n-33-2193>

Изготвил: д-р Виктория Монева,

старши експерт, дирекция ОРХВ, ЦОПХВ

Дата: 08.12.2023 г.