

КОМПЛЕКСНИ ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ОЦЕНКА НА
ЗАМЪРСЯВАНЕТО С МИКОТОКСИНИ

Проф.д-р Лидия Борисова

Декември, 2011 г

С о ф и я

КАКВО ПРЕДСТАВЛЯВАТ МИКОТОКСИНИТЕ И ЗАЩО Е НЕОБХОДИМО ВЪЗ ОСНОВА НА АНАЛИЗА НА РИСКА ДА СЕ ОГРАНИЧИ ВЛИЯНИЕТО НА ЗЪМЪРСИТЕЛИТЕ В ЗЪРНЕНИТЕ КУЛТУРИ

Пшеницата и царевицата като компоненти на фуражните смеси, предназначени за изхранване на различни видове и категории продуктивни животни участват винаги и повече от 50%. Това създава реална възможност при контаминирането им с токсични плесенни видове и микотоксини, дори в ниски, подпрагови концентрации за появата на скрито протичащи микотоксикози.

Микотоксините, са природни замърсители, особено опасни контаминанти, които могат да се образуват по време на растеж, вегетация, зреене, прибиране и съхранение на зърнените фуражи. (Rutz and Etzel, 2002).

У нас проблемът за наличието на микотоксини във фуражите и необходимостта от техният контрол се обуславя главно от високата фузариозна поразеност на зърнените култури. В тази връзка изключително актуално е заключението на учените, “че вторичните метаболити на плесените от род Фузариум, поради широкото си разпространение и висока токсичност, вероятно са с по-голямо значение от тази на афлатоксините” (Global perspective of mycotoxins, 1977). Те са актуални както за повечето страни с умерен климат, така и за климатичните условия, в които попада и нашата страна. В този смисъл не трябва да се подценява и ролята на плесените от род *Aspergillus* и *Penicillium*, като се има предвид глобалната тенденцията за затопляне на климата на земята /Мишев, Пл., М.Мочурова, 2009/. Те са потенциални продуценти на афлатоксини и охратоксини, микотоксини, с остро токсично, дори канцерогенно действие. Това създава възможност токсични плесенни метаболити да се образуват както по време на растежа на растенията и зреенето на зърното на полето, така и в процеса на съхранение на добитото зърно.

Проблемът за наличието на микотоксини в зърнените култури, независимо от това, че се третира от години наред, продължава да е от глобално значение. Натрупаните знания за тяхната токсичност (Peshin et al., 2002; Driehuis et al., 2008), често съпроводена с изразена канцерогенност, мутагенност и тератогенност, практически повсеместното разпространение на микроскопичните гъбички, продуценти на тези токсични вещества, размера на

причиняваните икономически загуби, ги превръща в глобален проблем на планетата.

Микотоксините са токсични химични съединения с относително ниско молекулно тегло (М.т. 300-700), структурно многообразни (Oswald et al., 2005; Bouhet ad Oswald, 2005;), често с ароматна, рядко алифатна химична структура (Turner et al., 2009). Малката молекула ги прави нечувствителни към факторите на околната среда.

Микотоксините са стабилни съединения. Изключително важен момент е, че обработката на зърнените храни и фуражите чрез смилане, гранулиране с пара, екструдиране, въздействието на високи и ниски температури, дезинфектанти и др., не намаляват риска от присъствието на микотоксините, като замърсители поради тяхната термоустойчивост и стабилност по време на технологичния процес, което утежнява и прави почти невъзможно детоксикацирането на контаминирани храни (Scudamore and Banks, 2003; Scudamore et al., 2004, Scudamore, K.A. 2005).

Малката им молекула не позволява разпознаването им от имунната система, вследствие на което организма не може да им противодейства с образуването на антитела (Bauer, J., 1982; Bouhet ad Oswald, 2005; Oswald et al., 2005).

Физико-химичните изследвания, направени на голяма част от микотоксините показват, че тези вещества могат да се отнесат в най-различни категории: те са или кумаринови производни, или спадат към сесквитерпеноидите, антрахинолите, пиперазините, пираните, бутенолидите, фенолните макролиди, алкалоидите, стероидите и др.

Тези гъбични метаболити оказват своето разрушително действие на много системи от животинския организъм и предизвикват различни ефекти *in vivo*. Най-важните увреждащи свойства на микотоксините са: хепатотоксични, нефротоксични, кардиотоксични, дермонекротични, канцерогенни, тератогенни и имunosупресивни. Този многообразен начин на въздействие на микотоксините определя и широката им клинична симптоматика (Whitlow, L. 2005).

Установяват се храносмилателни и нервни разстройства, промени в кръвообразуването, а по рядко дихателни смущения. Наблюдават се аборти, повишена телесна температура, понякога иктерус и пр. В зависимост от намесата на бактериални, вирусни или паразитни заболявания в клиничното

проявление на микотоксикозите настъпват и други болестни признаци. Повечето микотоксикози се характеризират с липсата на специфични клинични симптоми и не се подават на лекарствена терапия.

За тях липсват и специфични антидоти (Станкушев и Спесивцева, 1971).

Изследванията на редица автори, експериментално възпроизвеждащи микотоксикози с чисти микотоксини доказват, че главните органи-мишени, поразени от токсичните ефекти на афлатоксините, трихотецените, дезоксиниваленола, зеараленона, охратоксина, фумонизините са белите дробове, черен дроб, бъбреците, репродуктивната система.

С най-голямо значение сред микотоксините като естествени замърсители на зърнените фуражи, ПРИЧИНЯВАЩИ ПАТОЛОГИЯ ПРИ ЖИВОТНИТЕ са:

- **ФУЗАРИОТОКСИНИТЕ**
- - Зеараленон
- - Дезоксиниваленол
- - Т-2 токсин
- - Фумонизин
- **АФЛАТОКСИНИТЕ**
- **ОХРАТОКСИНИТЕ**

ФУЗАРИОТОКСИНИТЕ

Приоритетни са за страните с умерено-континентален климат. Подходящи субстрати за продуцирането им са пшеницата и царевичката, но могат да бъдат доказани, също така в ечемика, овеса и други култури.

У нас с най-голямо значение при добива на зърнените култури, а оттам и за здравния статус на селскостопанските животни имат дезоксиниваленола, зеараленона, фумонизините, отчасти Т-2 токсина.

1. ДЕЗОКСИНИВАЛЕНОЛ И Т-2 ТОКСИН

Обикновено, микотоксикозите, причинени от дезоксиниваленола и Т-2 токсина протичат хронично, като болестни състояния с неизяснена етиология и големи икономически загуби.

Дезоксиниваленолът и Т-2 токсинът са проблемни за свинете, птиците, ЕПЖ.

Предизвикват:

- **отказ от храна**
- **намален апетит**
- **некрози по кожата**
- **храносмилателни разстройства**
- **хеморагии**
- **увеличаване на заболяемостта**
- **деструктивни изменения в кръвотворните и имунокомпетентни органи.**

При кокошки носачки продукцията на яйца намалява,

- **Токсините лреминават в яйцата, което води до рязко спадане на люпимостта,**
- **Наблюдават се различни форми на нарушения в ембрионалното развитие,**
- **канибализъм**

ДЕЗОКСИНИВАЛЕНОЛЪТ И Т-2 ТОКСИНА СА СИЛНИ ИМУНОСУПРЕСОРИ. Инхибират синтеза на ДНК и синтеза на протеини на ниво рибозоми.

При човека токсикозата „пиян хляб”, Уровска болест или болестта на Кашин Бег, Алиментарната токсична алейкия, Акакаби-токсикозата, категорично са свързани с употребата на зърнени храни, контаминирани с фузариотоксини от групата на трихотecenите.

2. ЗЕАРАЛЕНОН

Метаболити на гъбичките от род Fusarium, най-често F.graminearum, Fusarium moniliforme.

Отличават се с естрогенното си действие и липсата на остър токсичен и летален ефект.

Проблемен е за интензивното свиневъдство, но не с по-малко значение е и за птицевъдството.

- **СПОРЕД IARC - ЗЕАРАЛЕНОНЪТ Е КАНЦЕРОГЕНЕН ПРИ ЧОВЕКА.**
- **ПРИ СВИНЕТЕ ПРЕДИЗВИКВА:**
- **При полово незрели прасета**

- естрогенен синдром, или хипер естрогенизъм – характеризиращ се с вулвовагинити, зачервяване на мамарния комплекс, пролапсус на ректума.

● **При полово незрели свине:**

● - анеструс, лъжлива бременност, смърт на ембрионите, раждане на мъртви, нежизнеспособни или с малформации прасета.

● **При нерезите:**

- атрофия на семенниците, увреждане на сперматозоидите, намаляването на оплодителната им способност, признаци на феминизация.

● **ПРИ НОСАЧКИТЕ**

● морфологични и функционални промени в яйчниците,

● кисти в яйцепроводите,

● ниска люпимост на яйцата

● намаляване на носливостта

3. ФУМОНИЗИНИ

Метаболити на гъбичката *Fusarium moniliforme* (*Fusarium proliferatum*, *Fusarium napiforme*, *Fusarium anthophilum*, *Fusarium dlamini*, *Fusarium nygamai*), които се образуват основно по време на зреене и вегетация на зърното, но токсинообразуването може да продължи и по време на съхранението на зърното.

По данни на Международната агенция за изучаване на рака, тези фузариотоксини, заедно с афлатоксините, се причисляват към групата на канцерогенните вещества с особено значение както за здравето на животните, така и за здравето на човека (Rheeder et al., 1992; Bennett, J.W. and Klich, M., 2003; Soriano et al., 2005, Missmer et al., 2000, 2006; Cavret, S. and Lecoeur, S. 2006).

ФУМОНИЗИНИТЕ ПРЕДИЗВИКВАТ ТОКСИКОЗИ С КЛИНИЧНИ ПРИЗНАЦИ, ХАРАКТЕРНИ ЗА ВСЕКИ ВИД ЖИВОТНИ.

● Най-чувствителни към действието на фумонизините са свинете.

● ПРИ СВИНЕТЕ ФУМОНИЗИНИТЕ ПРЕДИЗВИКВАТ БЕЛОДРОБЕН ЕДЕМ.

● ПРИ КОНЕТЕ ФУМОНИЗИНИТЕ ПРЕДИЗВИКВАТ ЗАБОЛЯВАНЕТО ЛЕЙКОЕНЦЕФАЛОМАЛАЦИЯ /Leukoencephalomalacia/

● Проявява се с признаци на невротоксикоза, съпроводена с депресия, слепота, атаксия, фасциална парализа, понякога буйство. Кожната чувствителност е

повишена, рефлексите угасват. Пулсът е слаб и ускорен. Често заболяването е с летален изход.

- ПРИ ПТИЦИТЕ
- - имуносупресия, намаляване на телесното тегло, стомашно чревни нарушения, недоимъчни състояния, рязко повишаване на заболяемостта

ПРИ ЧОВЕКА ФУМОНИЗИНИТЕ ПРЕДИЗВИКВАТ ЕЗОФАГИАЛЕН РАК.

АФЛАТОКСИНИ

Продуценти на афлатоксините могат да бъдат микроскопичните гъбички от видовете *Asp. flavus* и *Asp. parasiticus* (Hicks et al., 2002; Otim et al., 2005; Nedayati et al., 2007; Pandey and Chauhan, 2007; Meissonnier et al., 2008).

Основни афлатоксини - B1, B2, G1, G2 и M1

Най-токсичен е афлатоксин B1.

Според СЗО афлатоксин B1 е на първо място в класификацията по канцерогенност.

АФЛАТОКСИНИТЕ се откриват в зърнените култури – царевица, пшеница, ечемик, бобовите култури, фасъци, орехи, подправки, семена на памук, мляко и млечни продукти.

Всички бозайници и птици са чувствителни към действието на афлатоксините.

Афлатоксините имат супресивно, канцерогенно, мутагенно и тератогенно действие. Метаболизират в организма на животните и се отделят в продуктите, добити от тях, като афлатоксин M1, поради което представляват реален риск и за здравето на човека.

При извършените микологични и микотоксикологични проучвания / 1995 – 2009 / у нас беше установено, че гъбичката *Asp. Flavus* е един от основните контаминанти на царевицата и пшеницата. Изолираните щамове на вида *Asp. flavus* притежават токсигенен потенциал и при определени условия могат да продуцират афлатоксини.

- **ОХРАТОКСИНИ**
- Продуцират се от *Aspergillus ochraceus* и *Penicillium viridicatum*.

- Откриват се в зърнени фуражи, кафе, вино, сушени плодове, продукти от животински произход.
- Може да се продуцират в различни региони на света – както в страните с топъл и влажен климат, така и в тези с умерен, дори хладен климат.
- Към действието НА ОХРАТОКСИНИТЕ са чувствителни предимно свинете и птиците.
- Поразяват бъбреците
- Свързват се с Балканската ендемична нефропатия при хората.
- Охратоксините се характеризират с избирателното си действие към бъбречните проксимални тубули, като намаляват метаболитния клиъранс и способността за концентрация на урината, инхибират анионния транспорт и предизвикват освобождаване на бъбречни ензими.
- При свинете токсикозата протича най-често скрито и се установява при кланичен месопреглед. Наблюдават се уголемени, бледи, с грапава повърхност, мраморирани бъбреци.

При птиците охратоксините предизвикват:

- бъбречни увреждания, рахитични и костни нарушения, забавяне на растежа, недостатъчна пигментация, намаляване на носливостта при кокошки носачки и люпимостта на яйцата.

СПОРЕД IARC Е КАНЦЕРОГЕНЕН ЗА ЧОВЕКА.

ОХРАТОКСИНИТЕ КУМУЛИРАТ В ОРГАНИЗМА НА ЖИВОТНИТЕ. УСТАНОВЯВАТ СЕ В СКЕЛЕТНАТА МУСКУЛАТУРА, ЧЕРНИЯ ДРОБ, БЪБРЕЦИТЕ И ПРЕДСТАВЛЯВАТ РЕАЛНА ОПАСТНОСТ И ЗА ЗДРАВЕТО НА ХОРАТА

Изложените до тук данни за разностранното биологично и токсикологично действието на микотоксините поставя въпроса, за постоянния контрол по отношение наличието на тези контаминанти. Без успешното решаване на проблема за наличието на микотоксини в зърнените култури, животновъдството ще продължава да понася съществени икономически загуби.

Не напразно се казва, че микотоксините са границата между печалбата и загубата, без обаче да се пренебрегват и сериозните екологични и социално здравни проблеми. Трябва да подчертаем, че не съществува “магическа” формула за обезвреждане на токсичните плесенни метаболити.

Изключително важен момент е, че от 2005 г, проследяването на безопасността на храните от “източника до крайния потребител”, в т.ч. и по отношение на микотоксините, стана законово задължение в Европейския хранителен сектор. Логично възниква въпросът: защо се налага този принцип ?

Категорично може да се отговори – да се гарантира доверието на потребителите и в максимална степен да се защити живота и здравето на човека, да се опази здравето и продуктивността на животните, да се опази околната среда, без да се накърнява свободното движение на стоките.

За да отговорят на тези нови изисквания и закони, производители на храни и зърно, ще трябва да съсредоточат усилията си върху използването на всички съвременни стратегии за ограничаване на микотоксините като замърсители както във фуражите, така и в хранителните продукти, за да се елиминира риска от тях.

По този начин ще се гарантира профилактиката на интензивно животновъдство, фуражното производство и опазване здравето на човека, консумиращ хранителни продукти от животински произход.

Според действащото законодателство в ЕС държавите членки трябва да контролират нивата на замърсители, включително и на микотоксини в пшеница, царевица, ечемик, сорго и пр. въз основа на оценката на анализа на риска. Той, се базира на комплексната преценка на данни от микологичния и микотоксикологичен статус на зърнените култури произведени на територията на дадената страна, извършени от референтни и акредитирани лаборатории, нивото на агробиологичните изисквания и агротехнически мероприятия, включващи – морфологични и биологични особености на пшеницата и царевицата във връзка с отглеждането, обработка на почва и торене, сеитба /, избор на подходящ сорт, осигуряване на автентични семена и подготовка на семената за посев, срок на сеитба, начин на сеитба и пр./, климатогеографските условия на района или страната, като се вземат предвид следните рискови фактори:

- Риск според климатогеографските особености на регионите в страната,

- Валежи в ключови периоди от развитието на растенията,
- Екстремни валежни явления,
- Ротация на културите, използване на култури, с различна чувствителност към плесените, продуциращи микотоксини
- Обработка на почвата преди сеитба,
- Предсеитбена обработка на посевния материал,
- Избор на подходящ тенотип /пшеница или царевица/, устойчив на плесенно заразяване,
- Друга информация за заболявания за дадения сезон – паразитни заболявания, заплевяване и пр.

ПРИМЕРЕН МОДЕЛ ЗА ОЦЕНКА НА РИСКА ОТ ФУЗАРИОТОКСИНИ ПРИ ПШЕНИЦА / При разработване на модел за оценка на риска при царевицата се използват същите рискови фактори /

1. Разпространение на плесените от род *Fusarium* на територията на България.

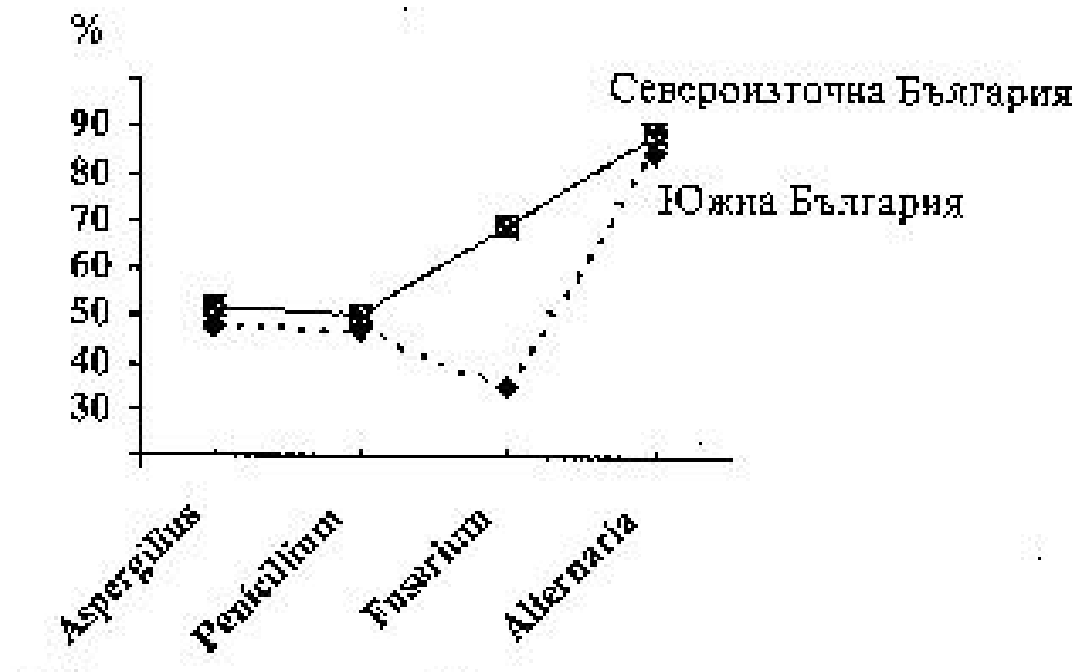
Дългогодишните микологични и микотоксикологични изследвания на проби пшеница на зърно, непосредствено след прибирането и от полето, показват, че няма съществена разлика във видовия състав на плесенната флора от основните зърнопроизводителни райони на страната – Североизточна България /СИБ/, Северна България /СБ/, и Южна България /ЮБ/.

Микроскопичните гъбички са представени главно от род *Fusarium* (с преобладаващи видове *F.graminearum*, *F.moniliforme*, *F. tricinatum*), от род *Aspergillus* (с видовете *A.flavus*, *A.fumigatus*, *A.niger*, *A.clavatus*), от род *Penicillium* (с вида *P.viridicatum*), род *Alternaria* (с *Al.tenuis*), *Cladosporium* sp., *Trichoderma*, *Mucor*, *Rhizopusis* – до 87 %, *Cladosporium* sp. – до 27 %, *Mucor* и *Rhizopus* – до 58 %.

При сравняване на резултатите от различните зърнопроизводителни райони на страната се установяват обаче различия в степента на контаминиране на пшеницата, произведена в районите на СИБ. Същественото при тези изследвания е, че пшеницата, произведена в СИБ в сравнително по-висока степен е обсеменена с плесенни видове от род *Fusarium*, продуценти на фузариотоксини в сравнение с добитата в ЮБ. принадлежащи към екологичната

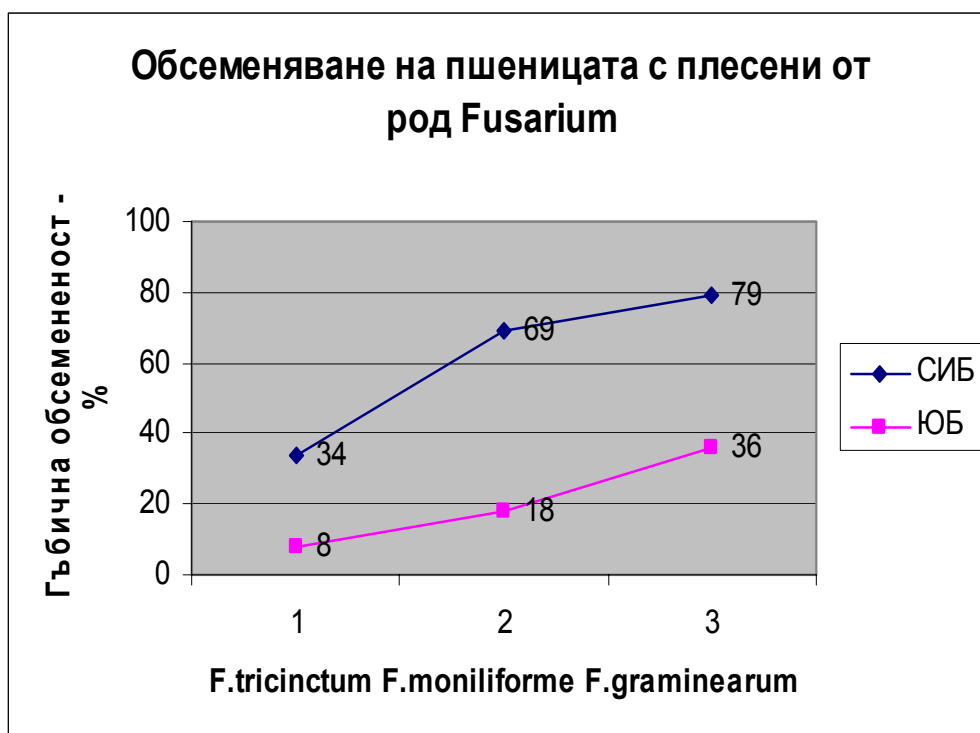
група на „полевите плесени”, склонни към паразитно съществуване. Характерно за пшеницата от СИБ са високите нива на обсеменяване с *F.graminearum*, *F.moniliforme*, *F. tricinatum*. Тук трябва да подчертаем, че тези фузариумни видове са продуценти на богата гама микотоксини- зеараленон, дезоксиниваленол,, включително и фумонизини – фузариотоксини с различно биологично действие, играещи съществена роля в патологията на животните.

В определени години контаминирането на пшеницата с плесени от род *Fusarium* достига до 87%, в сравнение с добитата в ЮБ, при която стойностите достигат до 36%.



Фиг.1 Микологичен статус на пшениченото зърно, непосредствено след прибирането от полето през периода 1995-1999 г

От данните представени на фиг.2 става ясно, че характерна особеност на пшеницата, произведена в районите на СИБ са по-високите нива на обсеменяване с видовете *F. Graminearum*–до 79 %, с *F.moniliforme* до 69%, с *F.tricinatum* – до 34 % , основни продуценти на фузариотоксините- дезоксиниваленол и зеараленон - фиг.13.



Фиг.2 Обсеменяване на пшеницата с плесени от род Fusarium /1995-1999 г/

Вероятно една от съществените причини за високата степен на поразеност на пшеницата от СИБ с плесените от род Fusarium са особеностите в климатогеографските условия на този регион – почва, релеф, резки температурни колебания в атмосферните денонощни амплитуди, с отключващ фактор колебанията във валежите, характеризиращи се с екстремни валежни явления, главно в периода на вегетация и прибиране на зърното. Получените от нас данни за високата степен на фузариозна обсемененост са сходни със съобщенията на Vrabcheva et al., (1996), които установяват, че 83 % от пшеница, реколта 1995 г е поразена между 20 и 60% с представители от род Fusarium. Тези констатации потвърждават особеното значение, което имат видовете фузариуми като основни замърсители на зърнените култури в районите с

умерено континентален климат, в които попада и тази част на страната ни (Dimitrov and Nicolcheva, 1983; Nenov and Dimitrov, 1992).

Приема се, че фузариозната обсемененост на пшениченото зърното по време на прибирането му е показател, който определя и състоянието му по време на съхранението. Зърно, с висока степен на фузариозна обсемененост е особено чувствително на всяко отклонение от оптималните параметри на съхранение – температура, влага, аерация и реагира с допълнително плесенно контаминиране и продуциране на микотоксини. Ето защо е изключително важно е да се установи микологичния и микотоксикологичен статус на добитото зърно.

Микологичния и микотоксикологичен статус на пшеницата и оценката на степента на контаминираност с фузариумни микотоксини задължително трябва да се базира на данни от различните еколого-географски райони.

Крайно неблагоприятните климатични условия (високо количеството на валежите) през 2005 г. в редица райони на страната – фиг.17 (Добрич, Разград, Русе, Плевен, Варна, Силистра, Ямбол) по време на растеж, вегетация и прибиране на пшеницата, благоприятстваха развитието на заболяването фузариоза.

Получените данни по отношение контаминирането на пшеница, от тази реколтна година с токсични плесенни метаболити от род *Fusarium* и наличието на фузариотоксините деоксиниваленол и зеараленон се отнасят изключително за райони в СИБ и СБ (Добрич, Разград, Русе, Плевен, Варна, Силистра, Ямбол). Това потвърждава становището за ролята на климатогеографските особености в тези части от територията на България върху микологичния и микотоксикологичен статус на добитата пшеница. Тези данни потвърждават необходимостта от постоянен, ежегоден контрол върху микотоксикологичния статус на добитото зърно по региони, с оглед риска от продуциране на микотоксини.

2. Валежи, екстремни валежни явления и други климатични фактори в ключови периоди от развитието на растенията

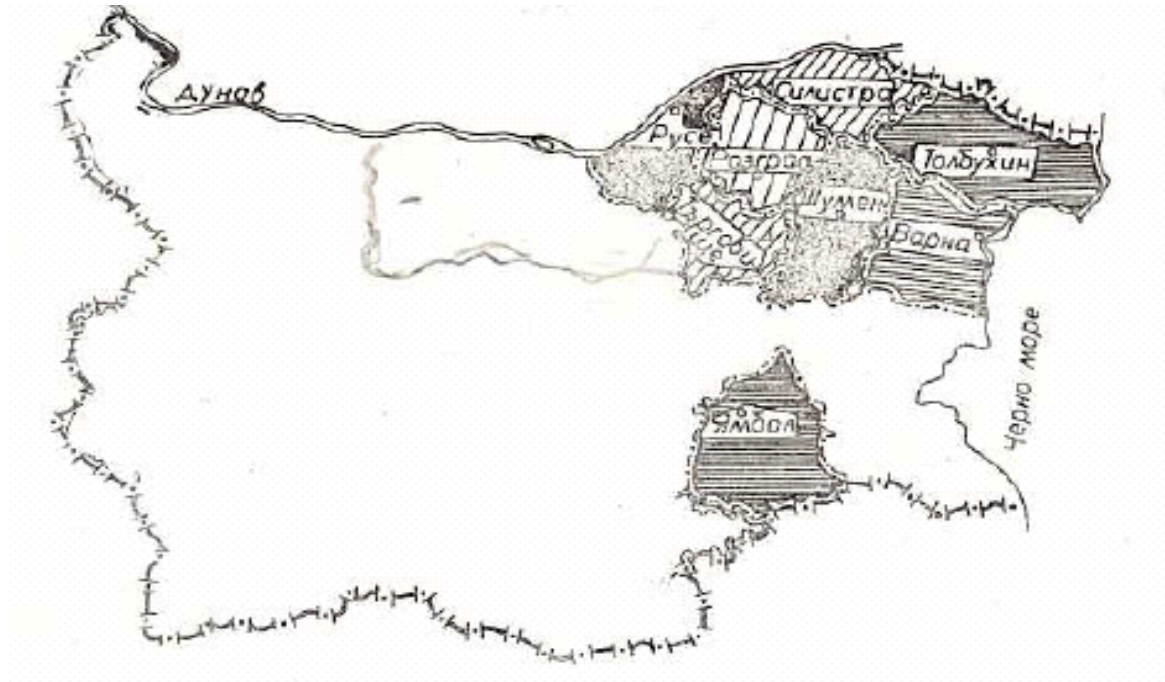
Най-чувствителни периоди в развитието на пшеницата са «цъфтеж» и «млечно-восъчна зрялост»

Наливането на зърното и узряването съвпадат по време най-често с максимума на валежите в нашата страна.

Пример в това отношение са климатичните условия през 2005, характеризиращи с екстремни валежни явления в редица райони на страната по време на растеж, вегетация и прибиране на пшеницата. Те благоприятстваха развитието на заболяването “фузариоза”, в резултат на което в почти 100 % от пробите се доказваше контаминиране с микроскопичните гъбички *F.graminearum* и с *F. moniliforme*. Анализирайки резултатите от извършените микологични изследвания бе потвърдено становището, че микроскопичните гъбички от род *Fusarium*, при благоприятни за тях условия поразяват масово зърнените фуражи още на полето, в процеса на тяхното развитие и зреене. Наблюдава се т.н. “скрита фузариоза”. Зърната от които масово се изолира *F.graminearum* са с нормални органолептични показатели – цвят, големина, структура на паренхима и зародиша. По повърхността им не се наблюдават видими плесенни обложения и оцветявания. Това ни даде възможност да предположим, че пшениченото зърно е било поразено от паразитните плесени в по-късен стадии от своето развитие.

До 1961 г заболяването “фузариоза” не е познато у нас, след което при определени условия започва да се появява в по-голям или по-малък размер и е един от факторите, които определят качеството на добитото пшеничено зърно. При изследване на микотоксикологичния статус на зърното, добито от тази реколтна година / 2005 г/, непосредствено след прибирането му от полето, беше установено едновременно присъствие на дезоксиниваленол в количество до 3,5 ppm и зеараленон в количество до 1,5 ppm. Същественото при тези изследвания беше, че не се наблюдава зависимост между степента на обсеменяване с един или друг токсичен фузариумен вид и количеството на продуцираните токсини. Това ни дава възможност да се изкажем становището, че при определени условия паразитните фузариуми придобиват висок токсичен потенциал за биосинтез на токсични продукти в значителни количества в пшениченото зърно още на корен, на полето. Установените нива на микотоксини при тези

първоначални изследвания са значително високи. Това е сигнал, че при съхранението на пшеницата (до нова реколта) и при пропуски в технологичните изисквания на съхранение може да се стигне до допълнително плесенно контаминиране и продуциране на значителни количества на микотоксини.



Фиг.3 Региони с повишени нива на фузариотоксини и екстремни нива на валежите през 2005 г. в България

Тук трябва да отбележим, че не само валежите са от значение в критичните периоди от развитието на пшеницата. В различни райони на страната месец юни е и период на първите суховеи, които причиняват стресови състояния на растения, правят ги податливи на плесенни заболявания, силно редуцират добива и качество на зърното. За неблагоприятни през този период се определят завишеният брой дни със средна температура на въздуха $> 24^{\circ}\text{C}$, поредица от дни с обедна температура на въздуха $> 33^{\circ}\text{C}$ и сума на валежите $< 40\text{mm}$. При оценка на тези фактори се вземат официални данни по региони от метеорологичните станции.

Може да бъде обобщено, че микотоксините се явяват опасни контаминанти, тъй като видовете плесени, които ги обсемяват, като елементи на една цялостна екологична система, в която въздействат множество фактори, могат да изменят генетиката си и да придобият значителен токсигенен потенциал.

Взаимодействието между динамиката на развитие на видовете фузариуми и комплекса от фактори, които им влияе, вероятно е много сложен. През различните години тези фактори могат да се променят, което довежда до видово разместване и преобладаване на един ли друг вид фузариум, а оттам и на микотоксикологичния статус на добитото зърно.

Това се отнася не само за гъбичките от род *Fusarium*, но и за други токсигенни видове, каквито са тези от род *Aspergillus*, от род *Penicillium* и др.

3. Ротация на културите

Пшеницата реагира силно на вида на предшественика както във връзка с величината на добива, така и по отношение на качеството на зърното, в т.ч. и продуцирането на микотоксини. При класиране на предшествениците по отношение пригодността им за отглеждане на пшеница се изхожда от тяхната ранозрялост, възможността за редуциране на минералното торене, физическото състояние на почвата след прибиране на предшественика, вероятния срок за сеитба на пшеницата и риска от влошаване на фитосанитарното състояние на посева. Неподходящи предшественици са продължителните монокултури, особено средно късните и късни хибриди царевица, контаминирани с плесени от род *Fusarium*, потенциални продуценти на микотоксини.

4. Обработка на почвата

Възприети са три системи за обработка на почвата за сеитба на зимни зърнено-житни култури:

- система с извършване на предсеитбена оран;
- система с плитка обработка на почвата – това е най-широко разпространената система за обработка на почвата при пшеницата;
- система с минимални обработки на почвата – тази система все по-широко навлиза в земеделската практика у нас.

Обработката на почвата е изключително важен фактор,

намаляващ риска от кантиминиране на пшеницата с паразитни фузариуми, особено когато предшественик е царевица. С правилната обработката на почвата, растителните остатъци намиращи се на полето и стърнищата от предшественика се отстраняват. При неспазване на условията за правилна обработка на почвата, новозасятата пшеницата, допълнително може да се контаминира с токсични плесенни видове, особено с *F.graminearum*, основен продуцент на микотоксини по тази зърнена култура.

5. Сеитба и използване на устойчиви на *Fusarium graminearum* и други видове плесени от род *Fusarium*, причинители на фузариозата по класовете сортове пшеница.

По отношение на екологичните условия пшеницата е най-малко пластична, поради което в България могат да се засяват сортове, изключително създаде в наши селекционни центрове.

Изборът на сорт е важен елемент от интегрираната технология за отглеждане, тъй като генотиповете, с висока степен на биологичен и продуктивен потенциал в условията на конкретен район, проявяват по-висока устойчивост или толерантност към икономически важните заболявания / в.ч. фузариозата/ и неприятели, както и по отношение вида на заплевяването. Изборът на генотип следва да е резултат от предварителна информация за устойчивост към фузариумните видове и особено към *Fusarium graminearum*.

При пшеницата, която заема основен дял в структурата на стопанството, засяването само на един сорт е неправилно и при нея следва да се създаде сортова структура. Сортовата структура включва един основен сорт, който заема 40-50% от засятата площ, допълнителен сорт, който заема 30-40% от площта и още един, два сорта, които да са в процес на утвърждаване в условията на съответното стопанство.

Семената за посев задължително трябва да се обработват с фумиганти.

ПРИМЕРЕН МОДЕЛ ЗА КОМПЛЕСНОТО ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА ФАКТОРИТЕ,
ОПРЕДЕЛЯЩИ РИСК АНАЛИЗА ЗА ФУЗАРИОТОКСИНИ ПРИ
ПШЕНИЦАТА

ФАКТОРИ НА РИСКА	ОБЯСНЕНИЕ	ОЦЕНКА НА РИСКА
Зърнена култура	пшеница	2
1. Регион	с висок риск	5
	със среден риск	3
	с минимален риск	1
2. Количество на валежите по региони през юни	< 70 mm –минимален риск	2
	> 70 mm-максимален риск	5
3. Ротация на зърнените култури	ако предшественик е царевицата	10
	ечемик	3
	други култури	
4. Обработка на почвата	при правилна обработка	3
	при неправилна обработка	5
5. Избор на посевен Материал	генотип с висока устойчивост	2
	генотип с ниска устойчивост	5
ТОТАЛНА ОЦЕНКА	РИСК	
< 10	минимален риск	
10 – 19	среден	
> 20	висок риск от контаминиране с токсични плесенни видове от род <i>Fusarium</i> и продуциране на фузариотоксини	

Този модел за оценка на риск анализ за микотоксини / при различни зърнени култури / е предложен от Английската разплащателна агенция –
Mycotoxins risk assessment model for RPA to aid intervention store managers in

assessing risk of mycotoxin contamination of grain offered into intervention.,
предложен – FSA HGCA- Harper Adams University Collegeq Project Progress №10
– Reducing the of Fusarium mycotoxins in UK wheat production.

В заключение е необходимо да се отбележи, че проблема с микотоксините и микотоксикозите е свързан с големи икономически загуби. Наивно е да се мисли, че храните и фуражите ще бъдат предпазени от контаминанти като токсични плесенни видове и микотоксини, но тук е ролята и мястото на постоянния контрол върху микологичния и микотоксикологичен статус на основните зърнени суровини и произведените от тях зърнени продукти и фуражни смеси.

Определяне анализа на риска от замърсяването с микотоксини за всяка реколтна година трябва да се превърне в държавна политика Това от една страна е необходимо при изкупуването на зърното, при определяне и спазване на определени условия за съхранение, а от друга за гарантиране качеството на зърното и безвредността на продуктите добити от него.