



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**

Департман за сточарство



Жељко Милићевић

дипл. инж. пољопривреде

**КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА И ЗДРАВСТВЕНЕ
БЕЗБЕДНОСТИ У ПРОИЗВОДЊИ ХРАНЕ ЗА ЖИВОТИЊЕ**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2021.



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**

Департман за сточарство



Кандидат
Жељко Милићевић

Ментор
Проф. др Игор Јајић

**КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА И ЗДРАВСТВЕНЕ
БЕЗБЕДНОСТИ У ПРОИЗВОДЊИ ХРАНЕ ЗА ЖИВОТИЊЕ**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2021.

КОМИСИЈА ЗА ОЦЕНУ И ОДБРАНУ МАСТЕР РАДА

Др Игор Јајић, редовни професор, ментор

Ужа научна област: Исхрана животиња

Пољопривредни факултет, Нови Сад

Др Дејан Беуковић, доцент, председник

Ужа научна област: Исхрана животиња

Пољопривредни факултет, Нови Сад

Др Мирко Ивковић, доцент, члан

Ужа научна област: Исхрана животиња

Пољопривредни факултет, Нови Сад

Садржај

1	Увод.....	1
2	Преглед литературе.....	3
2.1	Микотоксини као безбедносни ризик у храни за животиње	3
2.2	Појава ГМ соје у храни за животиње	8
2.3	Антинутријенти у храни за животиње	8
2.4	Појава и учесталост афлатоксина у Републици Србији	9
2.5	Појава и учесталост зеараленона у Републици Србији	12
2.6	Појава и учесталост деоксиноваленола у Републици Србији.....	13
2.7	Законска регулатива микотоксина у храни за животиње.....	14
2.8	Контрола сојиног зрна и квалитета прераде сојиног зрна при пријему у фабрику хране за животиње	17
2.8.1	Активност уреазе	18
2.9	Значај контроле квалитета сировина у фабрикама хране за животиње.....	20
3	Циљ рада	23
4	Материјал и метод рада	24
4.1	Узорковање сировина и хранива за исхрану животиња.....	24
4.2	Одређивање микотоксина	25
4.3	Одређивање активности уреазе	26
5	Резултати и дискусија.....	28
5.1	Климатски услови за појаву гљива и њихових продуката микотоксина.....	28
5.2	Резултати контроле активност уреазе у сојиним производима за исхрану животиња	41
6	Закључак	42
7	Литература	45

РЕЗИМЕ

Задатак сваког произвођача хране за животиње је да произведе што квалитетнију и здравствено безбедну храну намењену домаћим животињама. Стога се погонима за производњу хране намеће потреба контролисања улазних сировина како оне не би садржавале неприхватљиве концентracије појединих контаминената, затим да нису генетски модификоване (ГМО) и да не садрже недозвољене концентracије антинутријената. Контролисањем житарица на самом пријему, неопходно је да произвођачи хране осигурају да је сировина прихватљивог квалитета и здравствене безбедности.

Поред органолептичког прегледа и контроле на контаминенте, пре свега микотоксине, неопходна је контрола сојиног зрна на генетску модификацију, а производа од сојиног зрна (сојин гриз, сојина сачма и сојина погача) на активност уреазе. У складу са тим, овај рад је оријентисан, пре свега, на присуство микотоксина (афлатоксина, зеараленона и деоксиниваленола) у хранивима и потпуним смешама за исхрану животиња, као и поступке њихове детекције и квантификације у храни за животиње. Рад је написан са циљем да допринесе значају контроле сировина на самом улазу у фабрику за производњу хране за животиње. Ово је веома важно, јер пракса показује да произвођачи не улажу довољно напора у овакве превентивне мере контроле сировина, те се на тај начин може угрозити здравље домаћих животиња, а тиме и људи који конзумирају производе истих тих животиња.

Кључне речи: активност уреазе, контрола квалитета, микотоксини, храна за животиње

SUMMARY

The task of every producer of animal feed is to produce the highest quality and safe food intended for domestic animals. Therefore, food production plants have a need to control the input raw materials so that they do not contain unacceptable concentrations of certain contaminants, so that they are not genetically modified (GMO) and do not contain unauthorized concentrations of antinutrients. By controlling cereals at the reception, it is necessary for food producers to ensure that the raw material is of acceptable quality and health safety.

In addition to organoleptic examination and control of contaminants, primarily mycotoxins, it is necessary to control soybeans for genetic modification, and soybean products (full fat soybean meal, soybean pellet and soybean cake) for urease activity. Accordingly, this paper is oriented, above all, the presence of mycotoxins (aflatoxins, zearalenone and deoxynivalenol) in feeds and complete mixtures for animal nutrition, as well as the procedures for their detection and quantification in animal feed. The paper was written with the aim of contributing to the importance of raw material control at the very entrance to the factory for the production of animal feed. This is very important, because practice shows that producers do not invest enough effort in such preventive measures to control raw materials, and in that way the health of domestic animals can be affected, and thus people who consume the products of those same animals.

Key words: animal feed, mycotoxins, quality control, urease activity

1 Увод

Савремена производња у фабрици хране за животиње има за циљ да произведе велике количине хране које ће задовољити критеријум за високим нутритивним квалитетом, уз тежњу да се произведе здравствено безбедна храна без биолошких, физичких и хемијских контаминената.

Безбедност хране за животиње данас постаје велики светски проблем. Стога је неопходно да фабрике за производњу хране за животиње контролишу своје сировине на присуство различитих контаминената који могу угрозити њихову безбедност. Најзначајнији контаминенти који угрожавају безбедност сировина су микотоксини, тешки метали, диоксини, али такође треба водити рачуна да сировине нису генетски модификоване (ГМО) и да не садржи антинутријенте. Контролисањем житарица на пријему, произвођачи хране обезбеђују сигурност да је сировина прихватљивог квалитета. Неисправност хране за животиње може да има далекосежне последице по здравље и продуктивну способност животиња. Према томе, здравствено небезбедна храна представља ризик за животиње, а производи животиња које су храњене таквом храном могу да буду ризик за здравље људи. Зато је неопходно системско праћење и контрола, како сировина које се примају у фабрику, тако и готових производа који излазе из фабрике са циљем да се предузме стопирање пријема или пласирања производа, као и евентуалне интервенције и превентивне мере.

Фабрикама хране за животиње, као грани прехранбене индустрије, у најбољем је интересу да предузме и примени све неопходне мере за обезбеђење здравствене исправности и квалитета хране за исхрану животиња.

У нашем законодавству је примена система за осигурање безбедности хране прописана Законом о безбедности хране (Службени гласник РС, 41/2009 и 17/2019), који у члану 47 истиче: „Субјекти у пословању са храном дужни су да успоставе систем за осигурање безбедности хране у свим фазама производње, прераде и промета хране, осим на нивоу примарне производње, у сваком објекту под њиховом контролом, у складу са принципима добре произвођачке и хигијенске праксе и анализе опасности и критичних контролних тачака (НАССР).”

У овом закону се јасно успоставља принцип „процене ризика” на основу којег се примењују адекватне акције и мери ефикасност примењених мера. Овај закон допушта да се мере планирају у односу на потенцијални ниво ризика.

Чланом 48. Закона о безбедности хране, дефинише се да су субјекти у пословању храном за животиње дужни да користе упуство за добру произвођачку и хигијенску праксу и примену HACCP система. Табеле и обрасци за документовање система (чек листе, процедуре, записи, планови и друго) су обавезни. Табеле и обрасци који су дати као могући модели (примери) у упутству могу бити исказани и на другачији начин.

2 Преглед литературе

2.1 Микотоксини као безбедносни ризик у храни за животиње

Реч микотоксин долази од грчке речи (*mices*), односно гљива и латинске речи (*toxicum*) што значи отров (Делић и сар., 2014). Микотоксини су токсични секундарни метаболити гљива, а болести које они узрокују се називају микотоксикозе.

Микотоксини могу ући у прехранбени ланац човека и животиња директном или индиректном контаминацијом. У директној контаминацији прехранбени производ је основа раста токсикогене гљиве. Готово све житарице и производи од житарица могу бити добри домаћини за раст гљива у току њихове производње, прераде, транспорта и складиштења. Житарице могу бити изложене развоју и развијању гљива током њиховог раста у пољу, складиштења и прераде. Контаминација микотоксинима је уско повезана са житарицама ниског квалитета. Распрострањеност и појава микотоксина варира у зависности од климатских услова, времена жетве, транспорта и складиштења. Садржај влаге зрна у тренутку жетве је важан параметар за накнадни раст гљива. За стрне житарице (јечам, пшеница) жетва се обавља када је влага у зрну ниска, па се тако смањује могућност појаве гљива у току складиштења. Једино се жетва кукуруза може вршити са већим садржајем воде, па је он може бити још подложнији инфестацији гљивама. Уколико се кукуруз не осуши на време испод 14% влаге, вероватно је да ће присутне гљиве продуковати микотоксине у току складиштења (Делић и сар., 2014). Најважнијим микотоксинима сточне хране сматрају се афлатоксини, трихотецени, фумонизини, зеараленон и охратоксин А, а синтетизује их најчешће родови: *Aspergillus*, *Penicilium* и *Fusarium* (Делић и сар., 2014).

У Републици Србији, у храни за животиње најчешће су утврђене гљиве из рода *Fusarium*, као и њихови микотоксини. Од *Fusarium* врста најчешће је то *F. graminearum*, а од токсина зеараленон и деоксиниваненол у зрну кукуруза, јечма или пшенице, које су и најчешће сировине за храну за животиње (Левић и сар., 2004). Развој ове гљиве и биосинтеза ових микотксина најчешће зависи од кишног периода у трећој декади маја када је пшеница у фенофази цветања или од обилних падавина и ниских температура при крају лета и почетком јесени када је осетљива фенофаза кукуруза (Левић и сар., 2004). У Србији све максимално дозвољене количине су изједначене са онима прописанима у ЕУ, осим афлатоксина у житарицама где је у Србији максимално

дозвољена концентрација 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$, а у ЕУ 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Када је реч о фумонизину максимално дозвољене концентрације у Србији за прерађени кукуруз износе 4000 $\mu\text{g}/\text{kg}$, док подаци о максималним концентрацијама за Т2 и ХТ2 токсине у храни животиње не постоје (Јакшић и сар., 2018). Присуство микотоксина које продукују врсте рода *Fusarium*, *Aspergillus* и *Penicilium* указују на потенцијални ризик од појаве микотоксикоза, посебно за млађе категорије. У циљу заштите здравља животиња, остваривања добити и високе продуктивности у сточарској производњи, постоје потребе да се у храни за животиње микотоксини идентификују и развије методологија за оцену потенцијалне токсичности хране за животиње.

За појаву гљива и њихових секундарних метаболита одговорни су:

1. одговарајући садржај влаге, слободна или активна вода,
2. погодна температура,
3. присуство кисеоника,
4. оштећење на усевима (физичка или од инсеката),
5. присуство спора гљива.

Као екстрацелуларни метаболити гљива, микотоксини су токсични и углавном имају и друге негативне ефекте по људе и животиње, што се може видети у табели 1. Оваква једињења, врло различитих хемијских структура, нарушавају безбедност житарица и других намирница, а најчешће се јавља у тропским крајевима, услед више температуре и влажности, који су веома погодно поднебље за развој гљива. Оно како човек долази у додир са микотоксинима јесте управо путем хране, али се може унети и на друге начине, рецимо путем удисања, проласка кроз кожу и слично. Ово доводи до разних акутних и хроничних болести, које се називају микотоксикозе, које истина, нису уобичајене код људи, иако је доказано за неке токсине да су канцерогени за људе (Marriott i Gravani, 2006).

Табела 1. Болести које се повезују са уношењем токсичних количина микотоксина (Каталенић, 2004).

Систем	Здравствени проблеми	Микотоксини
Крвоток	смањена еластичност жила, унутрашња крварења	афлатоксини, сатратоксини, роридини
дигестивни систем	пролив, повраћање, крварење из црева, оштећење јетре, некорзе, фибриозе, ране на мукозним мембранама, анорексија	афлатоксини, Т- 2 токсини, деоксиниваленол (вомитоксин)
респираторни систем	озбиљне потешкоће с дисањем, крварење из плућа	трихотецени
нервни систем	дрхтавица, некоординисани покрети, депресија, главобоља	Тремогени, трихотецени
Кожа	осип, фотосензитивност	трихотецени
уринарни систем	оштећење бубрега	охратоксин, цитринин
репродуктивни систем	стерилност, промене у репродуктивним циклусима	Т-2 токсин, зеараленон
имуни систем	промене или потпуно уништење	многи микотоксини

Гљиве као потенцијални продуценти микотоксина, које су од значаја за прехранбену индустрију су приказане у табели 2, а припадају родовима *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Trichothecium*, *Byssochlamys* и *Sclerotinia*.

Токсиногене гљиве приликом неадекватног складиштења доводе до контаминације житарица после жетве, а саме житарице се најчешће контаминирају афлатоксином, деоксиниваленолом, зеараленоном, фумонизинима и Т-2 токсином (Соколовић, 2005). Уколико дође до развоја гљива на храни, онда микотоксини могу да уђу у намирнице и то је директна контаминација, а до ње може доћи и индиректно, путем коришћења контаминираних састојака, који се јављају при обради хране или пак уколико дође до конзумације хране која је већ контаминирана микотоксинима (Marriott i Gravani, 2006).

Додуше, прерада житарица до крајњих производа може уклонити оне видљиве гљиве, али, већина микотоксина ће остати непромењена, јер су сами микотоксини веома стабилни, односно, не уништавају их уобичајени поступци којима се производи и прерађује храна, а ово по правилу доводи и до контаминације готових крмних смеша. Такође, начини на које се храна складишти такође могу довести до појаве микотоксина.

Табела 2. Главне токсиногене врсте гљива и њихови главни микотоксини (Машек и Шерман, 2006).

Врста гљиве	Микотоксин
<i>Aspergillus flavus, Aspergillus parasiticus</i>	Афлатоксини
<i>Aspergillus flavus</i>	Циклопиазонична киселина
<i>Aspergillus ochraceus, Penicillium viridicatum, Penicillium cyclopium</i>	Охратоксин: А
<i>Penicillium expansum</i>	Патулин
<i>Fusarium culmorum, Fusarium. graminearum, Fusarium sporotrichioides</i>	Деоксиниваленол (DON)
<i>Fusarium sporotrichioides, Fusarium poae</i>	Т-2
<i>Fusarium sporotrichioides, Fusarium graminearum, Fusarium poae</i>	Диацетоксисцирпено л (DAS)
<i>Fusarium culmorum, Fusarium graminearum, Fusarium sporotrichioides</i>	Зеараленон
<i>Fusarium moniliforme</i>	Фумонизини
<i>Acremonium coenophialum</i>	Ергот алкалоиди
<i>Acremonium lolii</i>	Лолитрем Б
<i>Phomopsis leptostromiformis</i>	Фомопсини
<i>Pithomyces chartarum</i>	Споридесмини

Контролисање и праћење појаве микотоксина јесте један сложен и тежак процес, који додатно отежава и чињеница да су информације и знања о токсичности, канцерогености и тератогености по људе, недовољне. Без њих, тешко је успоставити смернице за рад као и потребне поступке којима ће се микотоксини третирати. Свакако, као најбољи поступак у третирању микотоксина јесте управо спречавање њихове појаве, односно спречавање раста гљива у свим фазама производње, прикупљања, складиштења и продаје. Кључни фактори у појави микотоксина су спречавање штете коју чине инсекти и механичка оштећења која се могу јавити од производње па до конзумације, као и контрола влажности (Marriott i Gravani, 2006).

Контаминација житарица и уопште хране за животиње је све чешћа због тога што се, између осталог, јављају велике суше током последњих неколико година, али и појава поплава. Када је реч о Србији, ту се можемо осврнути на 2012. годину и изражен период суше, као и следећу, 2014. годину која је обележена као веома влажна година. Такође су за то заслужне и велике осцилације у температурама. Подаци Организације за исхрану и пољопривреду Уједињених нација (FAO), показују да је тренутно у свету, од 2,5 милијарди тона житарица, односно 25 процената контаминирано микотоксинима,

а претпоставља се да ово доводи до губитака који се броје стотинама милијарди долара (Devegowda, 1998).

Као што је познато, постоји више фактора који доводе до јављања микотоксина у храни, као најважнији могу се издвојити количина слободне воде у супстрату расположива за раст гљива, температура, аеробна средина, релативна влажност ваздуха, врста подлоге или супстрата, рН, интегритет зрна и компетитивна микрофлора. Сваки род гљива има посебне оптималне услове за стварање токсина (Машић и сар., 2000).

Овај процес контаминације хране за животиње микотоксинима почиње дакле, на пољу, још при ратарској производњи, затим се наставља преко производње хране за животиње, до анималне и прехранбене производње. Анимална производња, због хроничне изложености животиња микотоксинима трпи велике економске губитке, највише услед повећане конзумације хране и производњом меса лошијег квалитета (Делић и сар., 2014).

Кукуруз је житарица која доминира на овим просторима и самим тим је веома подложен контаминацији микотоксинима. Са друге стране, кукуруз је богат извор протеина и енергије, па представља важну компоненту хране за животиње, те конзумирањем хране која је контаминирана микотоксинима, здравље животиња се доводи у директан ризик. Ово даље има утицаја и на здравље људи, јер се конзумирањем намирница животињског порекла које су добијене од контаминираних животиња, доводи у опасност и здравље људи.

Такође, у уситњеном супстрату као што су крмне смеше одвија се бржи развој гљива, нарочито ако су неповољни услови чувања и уколико су поломљена зрна или постоје нечистоће на зрнима. Тако постоје истраживања која показују да 1 g узорка неоштећеног зрна кукуруза садржи и до 13.000 гљива, док 1 g оштећеног садржи 430.000 (Крњаја и сар., 2013). Са повећањем удела оштећеног и контаминираниог кукуруза гљивама у крмној смеси, смањује се просечан дневни прираст свиња, повећава се утрошак хране за 1 kg прираста и продужава се време тога, а све то доводи до повећања трошкова и смањења економичности производње свиња. Присуство гљива, међутим, није увек индикација и присуства микотоксина. Утврђено је да су смеше за свиње, живину и говеда иако микробиолошки неисправне због присуства гљива из родова *Fusarium* (58%), *Penicillium* (46%) и *Aspergillus* (43%), нису садржавале ни један анализирани микотоксин (афлатоксин Б1, Б2, Г1 и Г2, охратоксин А, зеараленон и

трихотецене) (Ђилас и сар., 2011). До сличних резултата су дошли Шкрињар и сар. (1995) проучавајући састав гљива и садржаја њихових секундарних метаболита (микотоксина) у храни за пилиће. Присуство микотоксина у храни за животиње проузрокује обољења (микотоксикозе) код животиња и људи.

2.2 Појава ГМ соје у храни за животиње

Соја (*Glycine max*) је економски најважнија легуминоза (*Fabaceae*) и једна од најважнијих пољопривредних култура у свету. Користи се у исхрани животиња из разлога јер је извор висококвалитетних протеина.

Соја је најраспрострањенија генетски модификована (ГМ) биљка која заузима највећи проценат површина под овом врстом усева. Гајење ГМ култура, њихов промет су регулисали међународним споразумима и законском регулативом појединих држава. Конвенционално добијени организми су, у САД, законски изједначени са ГМ организмима. Директива 18/2001/ЕС, која је допуњена 2014. године, дозвољава државама чланица ЕУ, да воде политику према ГМО и производима од ГМО која је у складу са интересом тих држава. Када се говори о гајењу трансгених организама на територији Републике Србије, она је забрањена и свака употреба, продаја, гајење се кажњава законском регулативом. Према одредбама члана 2., важећег закона о генетички модификованом организмима, „Ниједан модификовани живи организам као ни производ од генетички модификованих организама не може да се стави у промет, односно гаји у комерцијалне сврхе на територији Републике Србије“ („Сл. Гласник РС“, 41/2009). Казнене одредбе овог закона предвиђају новчане казне.

2.3 Антинутријенти у храни за животиње

То су материје које умањују ефикасност искоришћавања хранива и obroка. Због тога је веома важно познавати начине за њихову идентификацију и поступке за нешкодљиво уклањање у циљу максималног очувања хранљиве вредности. Понекад их називају и „токсичне“ материје, али овај назив је неадекватан, обзиром да ове материје испољавају леталан ефекат када их животиње уносе у организам у изузетно великим количинама. У највећем броју случајева антинутритивне материје изазивају смањење пораста животиња, лошију конверзију хране, различите хормоналне промене и оштећење различитих органа (Плеадин и сар., 2015).

Соја је незаменљива у исхрани домаћих животиња због високог садржаја хранљивих састојака, пре свега уља, протеина и есенцијалних аминокиселина. Међутим, соја садржи биолошки активне антинуитритивне материје, као што су трипсин инхибитор, уреазе, хемаглутеин, липооксидаза и др., које успоравају апсорпцију протеина у организму животиња, снижавају ефикасност искоришћења хране и имају токсично дејство. Све те супстанце припадају протеинима, које на одређеној температури подлежу денатурацији, тј. њихова активност се снижава до нивоа који није токсичан.

Квалитет термичке обраде у фабрици се најчешће процењује на основу активности уреазе. Принцип и метод се заснива на одређивању активности уреазе која представља количину ослобођеног амонијака у минуту.

2.4 Појава и учесталост афлатоксина у Републици Србији

Афлатоксини су добили име комбинацијом слова „а“, које потиче од рода *Aspergillus*, речи „*fla*“ која потиче од латинске речи „*flavus*“, као и речи „*toxicum*“, што значи отров (Ellis i sar., 1993). Као и други микотоксини, афлатоксини могу контаминирати различите пољопривредне и прехранбене производе, тако и храну за животиње и на тај начин довести до вишеструког негативног утицаја на здравље људи, а уједно њихова појава може изазвати велике економске губитке (Степру, 2002). Афлатоксини се углавном јављају као контаминенти суптропских и тропских региона. Главни извори афлатоксина су жита, уљарице, орашасте плодови, суво коштуњаво воће и зачини (Turner i sar., 2009). Као што је и раније истакнуто, уколико постоје одговарајући повољни услови до појаве раста, развоја и размножавања *Aspergillus* гљива и синтеза афлатоксина може доћи током раста усева, током жетве, транспорта, складишта и прераде кукуруза (Bankole i Abebanjo, 2003).

Узевши у обзир умерену континенталну климу постојало је опште уверење да је у Републици Србији ризик од контаминације афлатоксинима низак (Удовички, 2020). Подаци о учесталости појаве *Aspergillus* врста су показивале низак степен учесталости појаве и низак број самих гљива у житарицама. Током периода између 1967. и 2008. године фреквенција појаве *Aspergillus* врста је варираола од 1,0% до 23,1%. Овакви резултати су највероватније били разлог због којих је до 2012. године спроведен ограничен број истраживања о учесталости појаве афлатоксина у Републици Србији (Удовички, 2020). Штавише, ова истраживања су показала одсуство или присуство

мале количине афлатоксина у испитиваним намирницама (Крњаја и сар., 2013). Међутим, у току 2012. године у Републици Србији је дошло до неуобичајено дуге суше, што је довело до високе учесталости контаминације и високе концентрације афлатоксина у кукурузу и последично у млеку и млечним производима (Удовички, 2020). У фебруару и марту 2013. године неколико европских земаља, укључујући Републику Србију, Хрватску и Румунију је објавило податке о контаминацији млека и млечних производа на националном нивоу. Током марта исте године, Холандија, Немачка и Белгија су известили о контаминацији хранива пореклом из Републике Србије. Као последица ове контаминације, уз смањени принос због суше, извоз кукуруза је значајно опао у поређењу са вишегодишњим просеком (Маслац, 2013). Узорци кукуруза и производа на бази кукуруза анализирани у 2012. години су показали учесталост појаве афлатоксина од 49,9% на основу анализа 724 узорка, при чему је чак 33% узорака било изнад прописаних вредности (Кос, 2015).

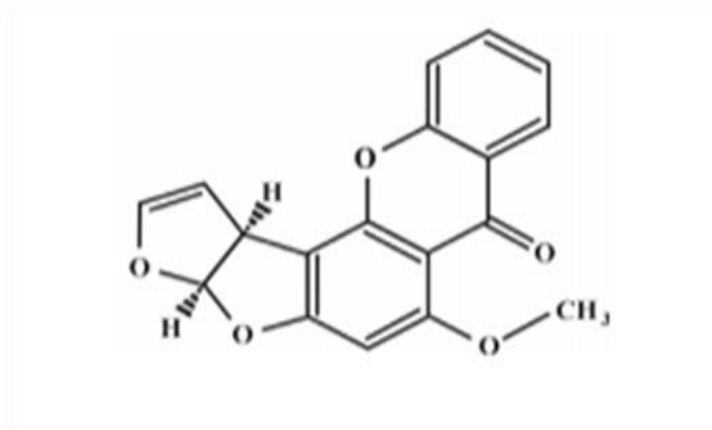
Од свих микотоксина, афлатоксини се морају издвојити јер се сматрају највећом потенцијалном претњом по здравље људи и доказани су природни канцерогени (IARC, 2012). Производе их гљиве *A. flavus* и *A. parasiticus*, које су све присутније у природи због спора које се разносе ваздушним струјањима. Ове гљиве се често налазе у житарицама, бадемима, орасима, кикирикију, памуковом семену и кинеској шећерној трсци. Развој гљива се може јавити као последица оштећења намирница од стране инсеката, спорог сушења и складиштењем у влажним условима.



Слика 1. Појава афлатоксина В1 у храни

Контаминација прехранбеним производима заузима прво место код обољења изазваних афлатоксинима. Поред контаминације храном, људи могу бити професионално изложени афлатоксинима удисањем контаминираних честица у прехранбеној индустрији чиме се повећава ризик настанка карцинома плућа.

Афлатоксини најчешће контаминирају: пиринач, кукуруз, орасе, кикирики, зачине, млеко, млечне производе и јаја. На житарицама настају као резултат недовољног сушења после жетве или неправилног складиштења при температурама које су више од препоручених.



Слика 2. Структурна формула афлатоксина В1 (Делић и сар., 2014).

Афлатоксини су мешавина сродних хемијских једињења. Серија афлатоксина са ознаком Б има у структури молекула циклопентански прстен који је у серији Г замењен лактоном. Афлатоксини Б флуоресцирају плаво (*blue*), а афлатоксини Г зелено (*green*). Три структурне варијације молекула афлатоксина дају фамилију од осам афлатоксина, а од осамнаест до сада познатих токсина, афлатоксин Б1 је најважнији у погледу заступљености и токсичности (Синовец и сар., 2006). АФМ1 и АФМ2 су хидроксилирани продукти АФВ1 и АФВ2, а налазе се у млеку животиња и мајчином млеку, такође, се могу наћи у фецесу и урину. Према резултатима епидемиолошких истраживања, Међународна агенција за истраживање карцинома (International Agency for Research on Cancer, IARC) је проценила да постоји довољно доказа да су афлатоксини карциногени за људе (Делић и сар., 2014).

Клинички знаци акутне афлатоксикозе укључују губитак апетита, безвољност, губитак у тежини, неуролошке поремећаје, жутицу мукозних мембрана и грчеве. Могу се такође јавити и едеми у телесним шупљинама и крварење бубрега и цревног тракта. Епидемиолошки докази указују на повезаност између примарног рака јетре, афлатоксина и начина исхране. У великим дозама, афлатоксини су акутно токсични, изазивајући значајно оштећење јетре уз цревно и перитонеално крварење, што на крају доводи до смрти (Marriott i Gravani, 2006).

Ова једињења су врло стабилна, загревањем на 100 °C у киселој средини око 90% АВ1 прелази у АВ2, док се тек на 160 °C разграђује само 20% АВ1. Могу се разградити под дејством хром-сумпорне киселине, натријум-хипохлорита, концентрованог натријум-хидроксида, дужим излагањем светлости, при температурама од 268 до 269 °C, као и под утицајем млечно киселинских бактерија (*Lactobacillus rhamnosus*, *L. delbrueckii*, *L. plantarum*, *L. lactis* и *L. casei*), бифидобактерија (*Bifidobacterium bifidum* и *B. Longum*), *Flavobacterium aurantiacum* и *Saccharomyces cerevisiae* (Делић и сар., 2014).

2.5 Појава и учесталост зеараленона у Републици Србији

Зеараленон (ZEA) и сродна једињења су деривати поликетидна. Природни су контаминенти пожњевних и ускладиштених жита и њихових производа широм света (Коцић и Димић, 2013). Метаболити су 18 врста рода *Fusarium* (*F. graminearum*, *F. sporotrichoides*, *F. semitectum*, *F. equiseti*, *F. crookwellens*, *F. culmorum* и др.) и обухватају 15 деривата зеараленона са естрогеним дејством (зеараленон, дихидрозеараленон, зеаралан и др.) и још 100 деривата који немају својства микотоксина, али показују друге биолошке активности (Левић, 2008). Најзначајнији деривати зеараленона су алфа и бета зеараленон који узрокују јаче токсичне ефекте од самог ZEA. Ови токсини су познати по естрогеним и анаболичким ефектима на људе. Познато је да су усеви, који чине 2/3 укупне производње житарица у свету (кукуруз, пшеница и јечам), посебно подложни фузариозама које проузрокују *Fusarium* врсте. То потврђује и истраживање урађено код нас, према којем су до сада цитиране 24 врсте гљива из рода *Fusarium* на житарицама у Србији (Бочаров и сар., 2009).

У Србији су врсте рода *Fusarium* најчешћи проузроковачи болести кукуруза и жита, које често резултира смањењем приноса, погоршавањем технолошког квалитета и контаминацијом производа микотоксинима (Балаж и Стојшин, 1997). Врста *F. graminearum* је најзначајнији патоген, како пшенице тако и кукуруза (Бочаров и сар., 2009).

Влажност и температура су најзначајнији чиниоци за развој токсигених врста како у пољу, тако и током чувања жетвених производа. Падавине у току цветања стрних жита и падавине првих 10-16 дана (веће од 60 mm) након свилања кукуруза, уз пад температуре, као и комбинације влажног периода и града касно у сезони кукуруза, погодује развоју *F. graminearum* са последицом стварања једног или више микотоксина

(зеараленона и деоксиниваленола). Синтеза ових микотоксина се наставља и после бербе, уколико су присутне ниже температуре (0-25 °C), а влага зрна виша од 17% (Левић и сар., 2004).

ZEA је један од најзначајнијих проузроковача микотоксикоza домаћих животиња у Србији и спада међу најчешће контаминенте крмних смеша и њихових компоненти. Испитивањем контаминираних хране за животиње коришћене за исхрану музних крава, са посебним освртом на појаву *Fusarium* врсте и зеараленона, у току једне године је установљено да је између 85 и 97% хране било контаминирано гљивама (Бочаров, 1996). У узорцима хибрида кукуруза пожњевеним 1991. г. са различитих локалитета у Србији, утврђене су концентрације у опсегу 0,05-0,07 mg/kg ZEA (Бочаров, 1996). Микотоксиколошким испитивањима 1999. установљено је присуство ZEA у преко 70% узорака са просечном концентрацијом од 12,8 mg/kg (Левић и сар., 2004).

При конзумирању великих доза у храни, обзиром да се ZEA, поготово његов дериват алфа зеараленон, брзо ресорбује преко цревног тракта, њихово дејство може изазвати одбијање хране, сексуалну апатију, побачаје и канцерогене ефекте. У истраживањима на великом броју животињских врста доказано је да су за добијање токсичних ефеката потребне високе концентрације (и до 20.000 mg/kg), па га неки аутори често наводе као микоестроген, пре него микотоксин (Rigaud, 2016). У прилог овој тврдњи указује и чињеница да се ZEA и његови деривати користе као анаболички агенси за подстицање раста и боље искоришћење хране за животиње код оваца и говеда (Дураковић и сар., 2002). Живина је веома отпорна према зеараленону. Тек количине веће од неколико стотина mg/kg сточне хране изазивају дегенерацију самог епитела, апатију, губитак телесне масе, болно кретање, смањење носивости код кокошака, односно успорен тог животиње (Левић, 2008).

2.6 Појава и учесталост деоксиноваленола у Републици Србији

Деоксиниваленон (DON, *вомитоксин*), трихотецен типа Б, епокси-сесквитерпеноид, први пут је изолован из оштећених зрна јечма 1972. године. Јавља се углавном код житарица попут пшенице, јечма и кукуруза, а ређе код зоби, ражи и ржи. Продукција DON примарно је повезана са *F. graminearum* и *F. culmorum*, а нарочито му погодује влажнија климатска поднебља (активности воде од 0,97) и температуре од 25-28 °C (Turker i Gumus, 2009). DON је безбојан ситан прах, растворљив је у поларним

растварачима попут воде, метанола, етанола, ацетонитрила и етил-ацетата. Стабилан је током складиштења, млевења, прераде и топлотне обраде хране. У бурагу преживара DON метаболизма у деепокси-деоксиниваленол који је знатно мање токсичан од изворне форме.

DON и његови метаболити се брзо излучују из организма пре свега путем урина, али и у врло малим концентрацијама путем млека.

Код животиња акутна изложеност DON-у изазива смањени унос хране и повраћање, а код дуже изложености узрокује смањење прираста те промене на штитној жлезди, слезени, срцу и јетри. Најосетљивије животиње на овај микотоксин су свиње. Доза DON-а у храни за свиње од 5 mg/kg смањује искоришћавање хране 30-50% јер свиње одбијају храну. Последица акутног тровања овим токсином може да доведе до некрозе ткива гастроинтестиналног тракта, коштане сржи, као и лимфног ткива (Turker i Gumus, 2009).

У истраживањима Крњаја и сар. (2011) на зрну пшенице прикупљене током 2009. године детектовали су просечне концентрације DON-а од 490,0 µg/kg, а такође на зрну пшенице прикупљене 2014. године, Крњаја и сар. (2015) су уочили просечне концентрације DON-а 424,0 µg/kg. Испитивајући узорке зрна пшенице Степанић и сар. (2011) утврдили су присуство DON-а у 73,2% са просечном концентрацијом од 1988,1 µg/kg, а Јајић и сар. (2011) су такође установили високо присуство DON-а (82,4%), чије су концентрације биле у опсегу од 68 до 1572 µg/kg.

Анализом узорака зрна јечма Станковић и сар. (2010) детектовали су присуство DON-а у 70% узорака чије су концентрације биле у опсегу од 50,0 до 3197,0 µg/kg. Међутим, Јајић и сар. (2014) усановили су знатно мањи опсег варирања концентрације DON-а (118,0 µg/kg до 355,0 µg/kg).

2.7 Законска регулатива микотоксина у храни за животиње

Процена ризика је квалитативни и квантитативни процес сазнања о потенцијалној опасности од појединих агенаса (микробиолошки, хемијски, физички) у храни на здравље људи, како би се евалуирао систем безбедности хране и сходно томе донеле стратегије за унапређење јавног здравља. Главне особине које карактеришу процену ризика су научно утемељен приступ, независност, транспарентност, поновљивост и мултидисциплинарни приступ у решавању одређеног проблема. Научно утемељен

приступ се заснива на свим научним доказима којима располажу релевантне међународне организације у области безбедности хране као што су: Заједнички експертски комитет Светске здравствене организације за адитиве хране (енгл. Joint FAO/ WHO Expert Committee on Food Additives- JECFA) (тело основано од стране СЗО), Агенција за заштиту животне средине Сједињених Америчких Држава (енгл. Environmental Protection Agency, EPA), Агенција за храну и лекове (енгл. Food and Drug Administration, FDA), а у Европској унији (ЕУ) за ту врсту активности задужена је Европска агенција за безбедност хране (енгл. European Food Safety Authority, EFSA). EFSA са својих 10 научних панела које чине водећи научници у својим областима, који се баве проценом ризика пружајући стручна упутства у конкретним областима. За контаминенте у ланцу хране задужен је CONTAM Panel. У зависности од расположиве инфраструктуре, анализа ризика спада у делокруг рада националних агенција (Стефановић и сар., 2018).

У појединим случајевима као што је афлатоксин (AF), охратоксин А (ОТА), фумонизин (FUM), трихотецени (ТСТ), користе се и епидемиолошки подаци забележени у појединим регионима. *In vitro* истраживања имају важну улогу у дефинисању начина деловања једињења (енгл. Mode of action- МоА), након налаза на експерименталним животињама. Уколико једињење испољава канцерогени ефекат подаци о МоА су далеко комплекснији јер не укључују само појаву канцера, већ и појаву системских дегенеративних обољења, као што је убрзано старење, имуне дисфункције, кардиоваскуларна и неуродегенеративна обољења, као и утицај на репродуктивне органе. У сваком случају подаци о генотоксичности су обавезан сегмент истраживања штетног ефекта једињења (Стефановић и сар., 2018).

У циљу заштите здравља људи и животиња, многе државе су донеле специфичне регулативе за максимално дозвољене нивое микотоксина у храни и храни за животиње. Главни фактор за научну заснованост прописа је анализа ризика, али су и други фактори, као што су могућност адекватног узорковања и аналитичке процедуре важни код доношења правилника о микотоксинима. Такође су у процесу доношења прописа важни социоекономски фактори као што су трошкови, трговина и довољна снабдевеност храном. Прописи о микотоксинима су најстрожи у Европској унији, где различите организације и институције доприносе организованој борби против микотоксина. Специфични прописи о микотоксинима појавили су се седамдесетих година 20. века, 10 година од открића афлатоксина. У новом миленијуму, након

бројних истраживања о микотоксинима, дошло се до хармонизације регулативе о микотоксинима у оквиру ЕУ и то на основу анализе и карактеризације ризика, као и процене изложености спроведених од стране међународних организација. Данас су у ЕУ на снази хармонизоване максимално дозвољене границе (Јакшић и сар., 2018), као и максимално препоручене границе (тзв. *Indicative levels*) за одређене микотоксине у различитој храни и у храни за различите категорије и врсте животиња (Јакшић и сар., 2018).

У нашој земљи максимално дозвољене количине микотоксина у храни за животиње прописане су Правилником о квалитету хране за животиње (Сл. гласник РС, 81/2019). Овај Правилник је практично у потпуности у складу са ЕУ регулативом. У Србији све максимално дозвољене количине су изједначене са прописанима у ЕУ, осим афлатоксина у кукурузу где је у Србији максимално дозвољена концентрација 30 µg/kg, а у ЕУ 20 µg/kg (табела 3). Са друге стране, у Србији није прописано, нити постоје препоруке ни индикативни нивои за присуство Т2 и НТ2 токсина у храни животиње, иако постоје подаци о њиховом присуству како у кукурузу, тако и у смешама за исхрану животиња. Једино када је реч о фуозину јасно су прописане максимално дозвољене концентрације, а оне за непрерађени кукуруз износе 4000 µg/kg (Јакшић и сар., 2018).

Табела 3. Преглед непожељних супстанци и највећа дозвољена количина

Непожељне супстанце	Производи намењени за храну за животиње	Највећа дозвољена количина изражена у мг/кг (ппм)- удео влаге у храни за животиње, износи 12%
Афлатоксин Б1	Хранива	0,3
	Допунске и потпуне смеше	0,2
	Изузев	
	Смеше (допунске и потпуне) за млечне краве и телад, млечне овце и јагњад, млечне козе и јарад, прасиће и младу живину.	
	Смеше (допунске и потпуне) за говеда (изузев музних крава и телади), овце (изузев млечних оваца и јагњади), козе (изузев млечних коза и јаради), свиње (изузев прасади) и живина (изузев младих животиња)	0,05

Зеараленон	Хранива	
	Житарице и производи од житарица, осим споредних производа од кукуруза	4
	Споредни производ од кукуруза	6
	Допунске и потпуне смеше	
	За прасад и младе крмаче	0,2
	За крмаче и товне свиње	0,5
	За телад, музне краве, овце и јагњад, козе и јарад	0,1
Охратоксин А	Хранива	
	Житарице и производи од житарица	0,25
	Допунске и потпуне смеше	
	За свиње	0,1
	За живину	0,2
Деоксинивален ол	Хранива	
	Житарице и производи од житарица, осим споредних производа од кукуруза	8
	Производи од кукуруза	12
	Допунске и потпуне смеше	5
	За свиње	0,9
	За телад млађу од 4 месеца	2
Ражана главица	Храниво и смеше које садрже несамлевене житарице	1000
Фумонизин	Непрерађени кукуруз, осим непрерађеног кукуруза намењеног за прераду влажним мљењем	4000
T2 и XT2	Непрерађене житарице и производи од житарица	-

2.8 Контрола сојиног зрна и квалитета прераде сојиног зрна при пријему у фабрику хране за животиње

Соја (*Glycine max (L.) Merr.*) је једна од најважнијих и најстаријих ратарских култура на свету која се гаји хиљадама година. Позната је као уљна култура, мада би њено боље име било протеинска култура. Данас је то једна од водећих култура у свету која служи исхрани људи и животиња јер је богата протеинима, који су веома важни за људе и животиње, а користи се за производњу јестивог уља. Велики значај соје је управо у њеном зрну које садржи висок проценат протеина и уља. Протеини соје богати су есенцијалним аминокиселинама, посебно лизином и метионином. Соја садржи 35-50% протеина, 18-24% уља, у зависности од сорте и услова у којима се гаји. Велике количине соје користе се у исхрани животиња, али треба напоменути да сирова соја није дала задовољавајуће резултате јер долази до слабог раста и конверзије хране, те се

зрно пре употребе мора термички обрадити како би се уништили штетни инхибитори у протеинима зрна. Соја има велики агротехнички утицај на плодород јер она са бактеријама *Bradyrhizobium japonicum* обогађује земљиште азотом (40-60 kg/ha) и побољшава структуру тла (Баришић, 2019). Трансгенске културе које су се највише гајиле у свету у 2017. години биле су соја, памук, кукуруз и уљана репица. Заједно, ове четири културе чине 99,2% свих узгајаних ГМ биљака. ГМ соја заузима 77,5% (или 94,1 милиона ha) укупне површине под овом усевом у свету (121,5 милиона ha). Овоме треба додати да ГМ соја заузима око половине (49,6%) укупне површине под свим ГМ усевима (Калуђеровић, 2019).

Претходни резултати лабораторијских испитивања указују, да и поред законских забрана, органа контроле и праћења, у Србији могу да се нађу ГМО. Због тога је неопходно имати могућност брзе детекције модификације гена на пријемном месту сировина. Генетичка модификација у најширем смислу може да подразумева промену генома. То може да буде последица реконбинације родитељских парова, хибридизацијом у поступку оплемењивања и селекције организама.

Један од најбржих и најпрактичнијих тестова на ГМО јесу тзв „брзи имуно-тестови“ (метод трака), који лако могу да се користе за откривање ГМ усева изван лабораторије нпр. у пољу, складишту или пријемном месту. Технике ГМО детекције на протеинском нивоу су врло осетљиве и често се осим за биљни материјал употребљавају за анализу и животињских узорака (Петровић и Димитријевић, 2015).

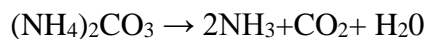
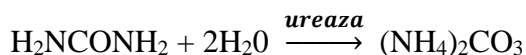


Слика 3. Атрон трачице за детекцију

2.8.1 Активност уреазе

Уреаза не спада у типичне антинутритивне материје, будући да је то ензим који разлаже уреу (карбамид) на амонијак и угљендиоксид. Разлагање је поступно, у првој

фази се добија амонијум карбонат који се потом распада на амонијак и угљен диоксид (Станаћев и Ковчин, 2003).



Ова реакција је од посебног значаја за преживаре будући да се уреа додаје у храну као извор непротеинског азота (NPN). У сировом зрну соје се налази велика количина уреазе чија је активност 3-5 mg N/g/min. Инактивирање уреазе сувим или хидротермичким третманом инактивира се трипсин инхибитор. Имајући у виду да је процес инактивирања ових супстанци у позитивној корелацији и да се активност уреазе лако и брзо одређује аналитички, у пракси је прихваћено да се квалитет термичке обраде соје изражава напред наведеним параметрима (Станаћев и Ковчин, 2004). Инактивирање инхибитора протеазе се врши различитим поступцима хидротермичким и сувим загревањем, микронизација и екструдирање као најефикаснија метода, при чему долази до цепања само секундарних веза у протеину. Тиме ензими губе своју активност, а протеини хранива задржавају биолошку вредност, будући да примарне везе остају непромењене.

Приликом конзумирања сирове соје јавља се депресија раста животиња. Разлог овога је непотпуна хидролиза протеина и смањење апсорпције аминокиселина, нарочито метионина, што је веома изражено код пилића.

Највећа вредност соје као хранива је у садржају и саставу протеина. Међу житарицама и свим легуминозним врстама соја има највећи проценат протеина (у просеку преко 40% суве материје). Друге легуминозе имају између 20% и 30%, док се проценат протеина у житарицама креће од 8% до 15%. Међутим, значај соје у исхрани зависи од квантитета, али првенствено од квалитета протеина. На квалитет сојиних протеина утиче: садржај есенцијалних аминокиселина, међусобни однос аминокиселина, биолошка искористљивост аминокиселина, сварљивост и ограничење коришћења протеина због присуства антинутритивних фактора. Као и сви биљни, и сојини протеини су веома комплексни. Према биолошким функцијама протеини зрна се могу поделити на метаболичке и градивне или резервне протеине. Једна од најзначајнијих хемијских карактеристика сојиних протеина је аминокиселински састав који одређује нутритивне вредности протеина (Жилић и сар., 2006).

Поред предности, са друге стране јављају се негативни ефекти по животиње приликом конзумирања сировог зрна соје. Неки од негативних ефеката су: смањена сварљивост и ресорпција протеина, смањен прираст, повећање релативне масе таргет органа, тако се код панкреаса активност мења у зависности од нивоа трипсин инхибитора (Беуковић и сар., 2012).

2.9 Значај контроле квалитета сировина у фабрикама хране за животиње

Нема дилеме да су безбедност и хигијена хране, данас, главна преокупација индустрије хране за животиње. Произвођачи хране за животиње морају прихватити свој део одговорности и обезбедити да храна за животиње задовољи одговарајуће захтеве законске регулативе и морају усвојити системе обезбеђења квалитета и поступке који ће потврдити и надгледати да се ти захтеви поштују. Још 1962. године, при Уједињеним нацијама, је установљена организација за стандардизацију, Codex Alimentarius Comision (CAC) са циљем да помогне међународну трговину и у исто време обезбеди квалитетну и здраву храну за потрошаче широм света. Препоруке CAC–а у производњи, преради, складиштењу, транспорту и испоруци хране за животиње обухватају, поред осталог, опште захтеве по којима објекти, опрема и процеси треба да буду пројектовани и конструисани тако да се омогући лак рад, одржавање и чишћење и минимизира могућност контаминације производа. У склопу тих препорука су и захтеви да се сировине и готови производи држе одвојено и даље од агрохемијских производа, да објекти и уређаји буду чисти, да се канализација, отпадна и кишна вода изведу тако да не могу допрети до уређаја, сировина и производа и да се минимизира могућност кондензације. Препоруке које CAC даје за опрему у производњи хране за животиње налажу да:

- све ваге и мерни уређаји морају бити прилагођени опсегу масе или запремине коју мере и мора се проверавати њихова тачност;
- мешалице морају бити прилагођене маси односно запремини која се меша и морају бити у стању да произведу хомогену смешу, што се мора доказати периодичним тестирањем њихове ефикасности;
- сва остала опрема у производњи хране за животиње, такође мора бити прилагођена маси односно запремини која се прерађује и мора се контролисати.

- процес производње се мора водити тако да се избегне заостајање материјала и контаминација наредних шаржи нпр. груписањем шаржи и/или физичким чишћењем након шаржи које садрже забрањене или потенцијално штетне материјале (месна брашна, ветеринарски лекови и сл.). У случајевима када је ризик за безбедност хране, услед заостајања материјала и контаминације наредних шаржи, велик и када примењене методе чишћења не гарантују потребну безбедност налаже се коришћење потпуно одвојених линија за производњу, транспорт, складиштење и испоруку хране за животиње (Средановић, 2005).

Контрола безбедности током производње се спроводи брзим анализама које посредно могу да укажу на постојање могућности загађења (кварења).

У самом процесу производње обично се у оквиру НАССР плана не врше класичне микробиолошке и хемијске анализе. Контрола производње се не врши класичним узорковањем константно током процеса производње и вршењем анализа у погону или екстерно, већ се финални производ повремено контролише у интерним или екстерним лабораторијама (зависи од величине погона и броја анализа) (Упутство за примену, самоконтролу и контролу система ДПП, ДХП и НАССР, 2011).

Документација и записи треба да буду прилагођени природи и обиму производње и да осигурају потврду да су НАССР контроле на месту и да се одржавају. Примери документације су (анализа опасности, идентификација ККТ, утврђивање критичних граничних вредности...). Примери записа су (надзор над ККТ, одсупање и корективне акције, верификације поступка, измене НАССР плана). Евиденција докумената и записа даје доказ да је производ произведен у складу са НАССР планом. Код евиденције докумената и записа треба тежити једноставности и сврсисходности. Електронски документи/записи су једнако вредни као и класични „папирни” документи.

ISO 22000:2005. Ово је систем управљања безбедношћу хране који је развила Међународна организација за стандардизацију (ISO). Он се може применити код свих субјеката у пословању са храном, као и код произвођача супстанци и елемената које могу доћи у додир са храном (произвођачи опреме, материјала за паковање, средстава за дезинфекцију, адитива и ингредијената). У оквиру упутстава за примену ISO 22000:2005 налази се веома опсежно упутство за примену НАССР система у складу са

препукама Codex alimentarius (Упутство за примену, самоконтролу и контролу система ДПП, ДХП и НАССР, 2011)..

НАССР план је писани документ заснован на принципима НАССР, који описује начине на које треба поступити да би се држао под контролом одређени процес или поступак. У стандарду Codex alimentarius Комисије САС/РСР 1-1969, Рев. 4 (2003) дата је методологија израде НАССР плана. Пре приступања изради НАССР плана потребно је написати 10 процедура: набавка сировина; опозив производа; санитација (чишћење, прање, дезинфекција); лична хигијена и здравствено стање запослених; контрола штеточина; управљање јестивим и нејестивим отпадом; паковање, обележавање, складиштење и транспорт; контрола температуре (за производе код којих је то потребно), одржавање хладног ланца (за производе код којих је потребно), снабдевање водом, паром и ледом и обука особља (Упутство за примену, самоконтролу и контролу система ДПП, ДХП и НАССР, 2011).

Задатак НАССР тима је да опише прехранбени производ на обрасцу Опис производа. Опис прехранбеног производа треба да буде потпун, што укључује рецептуру и састав. Треба описати начин и услове дистрибуције, сагледати руковање робом у дистрибутивном ланцу, дефинисати циљне потрошаче и начин употребе, навести листу алергена (ако их производ садржи).

Проверу НАССР система прво треба и мора да ради периодично сам субјекат у пословању са храном у коме је НАССР систем успостављен и ова врста провере се зове – интерна провера система. Званичну проверу система НАССР обављају искључиво званична инспекцијска тела у складу са Чланом 47. Закона о безбедности хране Републике Србије, („Службени гласник РС“ 41/2009.) Инспекцијска тела проверавају да ли је уопште успостављен превентивни систем за осигурање безбедности хране на основу принципа НАССР код субјекта који послује са храном, да ли он функционише и покрива све фазе у производњи, преради, промету у објектима под инспекцијском контролом. Проверу НАССР система од стране трећих лица могу да обаве: сертификациона тела, представници купаца, представници различитих интернационалних организација, итд. Ова провера је необавезна и резултати ове провере се не могу користити као замена за званичну проверу НАССР система, нити као замена за интерну проверу (Упутство за примену, самоконтролу и контролу система ДПП, ДХП и НАССР, 2011).

3 Циљ рада

Циљ овог мастер рада је приказати на који начин се врши контрола квалитета и здравствена безбедност сировина у фабрици хране за животиње, али и крајњег производа у виду потпуних смеша за исхрану животиња. Контрола квалитета улазних сировина ће обухватити контролу активности уреазе у производима од соје, док ће се контролисање здравствене безбедности хране заснивати на присутности и садржају микотоксина, пре свега афлатоксина, деоксиниваленола и зеараленона.

Овај рад треба да нам укаже на неке од неопходних корака контроле сировина и готових производа за исхрану животиња како би смањили ризик производње здравствено небезбедне хране за животиње. За сваки производ идентификоване су групе корисника, односно за које врсте и категорије животиња је храна намењена. За сваку идентификовану опасност по безбедност хране су одређени прихватљиви нивои опасности у финалном производу. Приликом одређивања тог нивоа, узети су у обзир захтеви успостављени прописима према регулативи Републике Србије (Сл. гласник РС, 81/2019).

Производи који су произведени под условима у којима су пређене критичне границе представљају потенцијално небезбедне производе и са њима се мора руковати тако што ће се поштовати прописане корективне мере или отписати као неупотребљив производ. У овом раду биће приказан неки од примера корективних мера код производа у којима су пређене прописане критичне границе.

Добијени резултати анализа основних хранива ће потом бити упоређени са резултатима из наше земље. Такође ће ови резултати бити анализирани у функцији климатских услова који ће владати у одговарајућој производној години.

4 Материјал и метод рада

4.1 Узорковање сировина и хранива за исхрану животиња

Узорковање појединачних узорака жита и других зрнастих производа који су се испоручивалили и складиштили у расутом стању обављало се цилиндричном сондом и то на следећи начин: из возила (камионске или тракторске приколице), зависно од величине превозног средства, по целој дубини слоја (са врха, средине, дна), из сваког угла на удаљености 0,5 m од странице и из средине, са бројем и распоредом места узорковања приказаних у табели 4. Ако се узорковало за време утовара, односно истовара, појединачни узорци су се узимали помоћу ручне кашике са транспортне траке, у једнаким временским размацама и у приближно подједнаким количинама, како би се обезбедила узимања робе из свих нивоа.

Циљ узорковања је да се обезбеди узорак за лабораторијску анализу, који у највећој мери репрезентује карактеристике почетног лота из којег је узорак узет. С обзиром да су микотоксини неравномерно распоређени унутар великих количина узорака, на нивоу ЕУ прописана је Регулатива у вези са узимањем узорака за анализу микотоксина (Commission Regulation, EC/401/2006).

За храну запаковану у врећама за количине мање од 10 t узимало се више појединачних узорака тако да њихова маса износи 2 - 4 kg. За количину хране од 20 t узорци су се узимали из сваке 10 вреће. За количину хране до 500 kg узорци су се узимали из сваке вреће.

Табела 4. Узорковање појединачних врста жита и других зрнастих производа

Возило 15 тона	Возило 15 до 30 тона	Возила од 30 до 50 тона
XX	XXX	XXXX
X	XX	XXX
XX	XXX	XXXX

Величина испоруке	Број места за узимање узорака
<15	5
15 до 30 тона	8
30 до 50 тона	11

У случају примене раздељивача узорка, поступак се сводио на пуштање потребне масе узорка у раздељивач и преузимања насталих подузорака. Сваки подузорок морао је бити на одговарајући начин означен, како би се апсолутно избегло дуплирање и постигнула потпуна следљивост.

4.2 Одређивање микотоксина

За одређивање микотоксина су потребни блендер, аналитичка вага, лабораторијска кашичица, екстракциони прах, дестилована вода, 50% етил алкохол, филтер папир, левак, стаклена чаша, центрифуга, трансферпета, наставци за трансферпету, PCR туба, екстракциона пластична боца, штоперица, трачица, читач, AFQ пуферни раствор, ZEA пуферни раствор, DON пуферни раствор и инкубатор. Поступак одређивања започиње млевењем 100-300 g репрезентативног хомогенизованог узорка у блендеру, а даљи ток испитивања је специфичан за сваки микотоксин.

Одређивање афлатоксина

На аналитичкој ваги одмери се 50 g самлевоног узорка. У посуду са узорком се додаје WET-S екстракциони прах и 150 ml дестиловане воде. Екстракт се јако мућка 90 секунди, а затим филтрира. Тачно 300 µl филтрата се трансферпетом пребаци у PCR тубу и дода 600 µl AFQ пуферног раствора. На крају се PCR туба са екстрактом центрифугира током 1 минута. Очитавање се обавља тако што се постави трачица у инкубатор, а затим дода 300 µl супернатанта екстракта. Инкубација траје 5 минута након чега се резултат очитава на читачу.

Одређивање зеараленона

На аналитичкој ваги одмери се 10 g самлевоног узорка. У посуду са узорком се додаје 50 ml 50% етил-алкохола. Екстракт се јако мућка 90 секунди, а затим филтрира. Тачно 100 µl филтрата се трансферпетом пребаци у PCR тубу и дода 1000 µl ZEA пуферног раствора. На крају се PCR туба са екстрактом центрифугира током 1 минута. Очитавање се обавља тако што се постави трачица у инкубатор, а затим дода 300 µl супернатанта екстракта. Инкубација траје 5 минута након чега се резултат очитава на читачу.

Одређивање деоксиниваленола

На аналитичкој ваги се одмери 10 g самлевоног узорка. У посуду са узорком се додаје 50 ml дестиловане воде. Екстракт се јако мућка 90 секунди, а затим филтрира. Тачно 100 μ l филтрата се трансферпетом пребаци у PCR тубу и дода 1000 μ l DON пуферног раствора. На крају се PCR туба са екстрактом центрифугира током 1 минута. Очитавање се обавља тако што се постави трачица у инкубатор, а затим дода 300 μ l супернатанта екстракта. Инкубација траје 5 минута након чега се резултат очитава на читачу.

4.3 Одређивање активности уреазе

Сви реагенси треба да буду аналитичке чистоће, вода дестиловане или еквивалентне чистоће, уреа, пуферни раствор (pH 6,9 до 7,0). Пуферни раствор припрема се растварањем 4,45 грама динатријум-хидроген-фосфата-дехидрата ($Na_2HPO_4 \cdot 2 H_2O$), и 3,40 калијум-дихидрогената-фосфата (KH_2PO_4) у води и допуњава се водом до 1000 милилитара. Раствори се 30 грама уреје (NH_2CONH_2) у пуферном раствору. Овако припремљен раствор постојан је месец дана. Хлороводонична киселина, раствор 0,1 mol/l. Натријум-хидроксид, стандардни волуметријски раствор, c ($NaOH$)=0,1 mol/l. Од лабораторијске опреме, потребан је млин за млевење, аналитичка вага, pH-метар, бирета, магнетна мешалица, водено купатило са термостатом, са могућност контроле температуре на $30 \pm 0,5$ °C, ерленмајер запремине 50 ml, пипета запремине 10 ml, штоперица.

Узорак се самелје млином који не загрева узорак. Одмери се 0,1000 g узорка (за узорке са мањом активношћу мери се 0,2000 g, док се у случају велике активности узорка мери 0,0500 g). Потребно је извршити мерење за 3 следеће пробе и три пробе за одређивање активности уреазе. У ерленмајере за следећу пробу додати 10 ml 0,1M HCl и 10 ml супстрата уреје. Поставити у водено купатило, подешено на 30 °C, у коме се инкубира 30 минута. У преостала три ерленмајера додати по 10 ml супстрата уреје и редом стављати у водено купатило, бележећи време (30 минута). Након истека времена, ерленмајери се ваде из воденог купатила и хладе на око 20 °C, под млазом воде, (за следећу пробу), док се у ерленмајере са узорком прво додаје 0,1M HCl, да би се неутралисао ослобођени амонијак, а затим се хлади под млазом воде. Активност уреазе одређујемо титрацијом са 0,1M натријум-хидроксидом, уз 1 ml индикатора, до промене

боје из наранџасте у маслинасто зелену. Завршну тачку титрације одређујемо потенциометријски до рН 4,70. Из разлике потрошње натријум хидроксида за титрацију слепе пробе и пробе за одређивање активитета, добијамо активност уреазе, према формули:

$$\text{Активност уреазе} = \frac{(V_{sp} - V) \times 14,008 \times 0,1 \times F(\text{NaOH})}{30 \times m}$$

где је: V_{sp} - потрошња NaOH (ml) за слепу пробу, V - потрошња NaOH (ml) пробе за одређивање активитета, $F(\text{NaOH})$ фактор одређен титрацијом са HCl, m - маса одмереног узорка (g). Резултат се изражава у mg азота за 1 минут по граму узорка (mgN/g/min).

5 Резултати и дискусија

5.1 Климатски услови за појаву гљива и њихових продуката микотоксина

Сушне године и кишни периоди током жетве, у значајној мери, погодују појави микотоксина, нарочито у кукурузу и осталим житарицама. Таква је и ова година, а слична ситуација је забележена и претходних година, све као последица глобалних климатских промена, те овакав сценарио можемо очекивати и наредних година.

За сваку врсту микотоксикогених гљива постоји низ фактора околине, попут температуре, релативне влажности, падавина и концентрације CO_2 у којем микотоксини преживљавају, расту и синтетишу се. На све ове факторе животне средине утичу климатске промене које последично утичу на географску прераспodelу популације гљива и промену у обрасцу производње микотоксина. Тренутно је утицај климатских промена на развој микотоксикогених гљива заснован на односу између доступности воде и температуре ваздуха. Међувладин панел за климатске промене (The Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) верује да како температуре расту на вишим географским ширинама, у подручјима дуж полова и дуж екватора доћи ће до значајног повећања количине падавина јер би се капацитет водене паре у ваздуху повећао за око 7% са порастом температуре за 1 °C. Са друге стране, падавине ће се смањити у суптропским и сушним регионима где се током лета очекују чешћа суше. Повишене температуре ваздуха довешће до честих временских екстрема као што су интензивније падавине, топлотни или хладни таласи. Такође, предвиђа се даље повећање концентрације CO_2 у атмосфери, која је већ 100 mg/kg већа од концентрације у преиндустријским временима, а као последица глобалног загревања капацитет копна и мора да апсорбује CO_2 ће бити додатно смањен (Кувездић и сар., 2021).

Афлатоксин се синтетише у обиму водене активности од 0,80 до 0,99 и оптималне температуре од 28 до 30 °C, а када температура пређе 37°C, производња афлатоксина се смањује. Повећање просечне температуре на Земљи довешће до миграције *Aspergillus* spp. у пределе са температурама ближим њиховом температурном оптимуму односно у северније крајеве. *Aspergillus* spp. се обично јавља у тропским и суптропским регионима где преовлађују високе температуре и влажни услови. Климатске промене у смислу афлатоксина највише се рефлектују у умереним зонама, што може бити

поткрепљено чињеницом да су афлатоксини најопаснија врста микотоксина, стога постоји већи ризик од контаминације него у хладним климама где температура неће порастати до оптималне температуре за производњу афлатоксина (Кувездић, 2020). Дакле, дуга сушна лета савршена су за појаву афлатоксина и то не само зато што им одговарају временски услови, већ и зато што тада често долази до пуцања семена житарица, а гљиве се у пукотинама лако „примају“. Поред тога, гљиве која стварају афлатоксине могу се наћи и у сточној храни, попут сена.

У овом мастер раду су анализирани узроци хранива рода 2019. године. Узроци су узорковани пре пријема сировине у саму фабрику, допремљени у лабораторију и одмах анализирани. Одабрани су узроци хранива које се најчешће користе за припремање готових смеша за исхрану животиња и то: кукуруз, пшеница и јечам. Присутност и садржај микотоксина у узорцима кукуруза су приказани у табели 5.

Табела 5. Садржај микотоксина у узорцима кукуруза

	АФ	ДОН	ЗЕА
Број узорака	103	33	17
Број позитивних узорака	70	22	13
% позитивних узорака	68	67	76
Просек ± SD, µg/kg	4,8±5,4	70,5±44,4	7,0±7,0
CV, %	111	63	100
Опсег, µg/kg	1-22	50-200	1-18
МДК Р. Србија	30	8000	4000
МДК ЕУ	20	8000	4000

SD – стандардна девијација; CV - коефицијент варијације

Као што се из табеле 5 може видети, укупно је анализирано 154 узорка кукуруза на наведене микотоксине. 103 узорка су анализирани на присуство афлатоксина, 33 узорка на присуство деоксиниваленола, а 17 узорака на зеараленон. Применом метода дескриптивне статистике може се установити да се садржај афлатоксина у узорцима кукуруза кретао у концентрационом опсегу од 1 до 22 µg/kg, деоксиниваленола од 50 до 200 µg/kg и зеараленона од 1 до 18 µg/kg.

Садржај анализираних микотоксина ни у једном узорку кукуруза није био виши од максимално дозвољене концентрације прописане Правилником РС (Сл. гласник РС, 81/2019). Просечни садржај афлатоксина у узорцима кукуруза је износио 4,8 µg/kg, садржај деоксиниваленола 70,5 µg/kg, док је просечни садржај зеараленона износио 7,0

$\mu\text{g}/\text{kg}$. На основу наведеног можемо закључити да је кукуруз високо контаминиран наведеним токсинима, али је срећна околност што њихов садржај није био нарочито висок, односно био је знатно испод вредности прописаних регулативама Републике Србије и ЕУ, осим за један узорак кукуруза који је био изнад вредности прописаних регулативом ЕУ (ЕС 1881/2006) и имао вредност од $22 \text{ mg}/\text{kg}$ афлатоксина. Према истраживањима Јајића и сар. (2008), установљено је да на зрну кукуруза прикупљеног 2004. године, концентрација ДОН-а варира у опсегу од $40,0$ до $2210,0 \mu\text{g}/\text{kg}$ (просек $363,0 \mu\text{g}/\text{kg}$), док је у 2007. години опсег варирања концентрација био знатно мањи $27,0$ - $172,0 \mu\text{g}/\text{kg}$ (просек $58,0 \mu\text{g}/\text{kg}$). Са друге стране, Крњаја и сар. (2013) установили су значајно веће просечне концентрације ЗЕА на зрну кукуруза ($71,8 \mu\text{g}/\text{kg}$ ЗЕА), у односу на 2009. годину. Узорци кукуруза и производа на бази кукуруза анализирани у 2012. години су показали учесталост појаве афлатоксина од $49,9\%$ на основу анализа 724 узорка, при чему је чак 33% узорака било изнад прописаних вредности (Кос, 2015).

Сагледавајући регулативу у нашој земљи и у ЕУ, може се закључити да постоје већа одступања када је реч о кукурузу. Наиме, максимално дозвољене концентрације за деоксиниваленол и зеараленон су исте и у Србији и у ЕУ ($8000 \mu\text{g}/\text{kg}$ и $4000 \mu\text{g}/\text{kg}$), док се једина разлика може видети код афлатоксина, где је у Србији дозвољена вредност $30 \mu\text{g}/\text{kg}$, а у ЕУ $20 \mu\text{g}/\text{kg}$.

Када је у питању пшеница, њен род 2019. у Србији је захватила гљива из рода *Fusarium* што је допринело високој присутности микотоксина које продукују ове гљиве. Широм света, *Fusarium* sp. је најзначајнија гљивична болест стрних житарица (укључујући пшеницу и јечам). Последица повољних услова за касну инфекцију врсте *Fusarium* пшенице и јечма у 2019., била је контаминација зрна деоксиниваленолом, често у количинама изнад максимално дозвољених ($1250 \mu\text{g}/\text{kg}$ у зрнима за исхрану људи и $8000 \mu\text{g}/\text{kg}$ у храни за животиње). Температуре ваздуха, количина и расподела падавина значајно утичу на инфекцију и интензитет појаве фусарија. Инфекција зрна пшенице врстама *Fusarium* јавља се од цветања до краја вегетације, а највеће штете настају у годинама када цветањем доминира топло време са температурама изнад $22 \text{ }^\circ\text{C}$, са релативном влажношћу изнад 85% (довољне су и мале количине падавина током неколико дана). Према подацима РХМЗ-а, јун 2019. у Србији је био веома хладан и веома влажан. Честе су биле појаве падавина у периоду када су пшеница и јечам најосетљивији на развој *Fusarium* sp.



Слика 4. Лево пшеница оболела од *Fusarium*, десно здрава пшеница

У табели 6 су приказани резултати анализираних пшеница на присуство 3 разматрана микотоксина. Укупно је анализирано 59 узорача пшенице, највећи број на присуство деоксиниваленола (54), а значајно мање на присуство афлатоксина (4) и свега један узорак на присуство зеараленона.

Из табеле 6 се може видети да се садржај афлатоксина у узорцима пшенице кретао у концентрационом опсегу од 3 до 9 $\mu\text{g}/\text{kg}$, деоксиниваленола од 4000 до 1700 $\mu\text{g}/\text{kg}$ и зеараленона од 0 до 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Просечан садржај афлатоксина у узорцима пшенице је износио 6,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$, деоксиниваленола 1132 $\mu\text{g}/\text{kg}$ и зеараленона 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Табела 6. Садржај микотоксина у узорцима пшенице

	АФ	ДОН	ЗЕА
Број узорака	4	54	1
Број позитивних узорака	3	53	1
% позитивних узорака	75	98	100
Просек \pm SD, $\mu\text{g}/\text{kg}$	6,7 \pm 2,6	1132,1 \pm 372,4	5,0 \pm 0,0
CV, %	39	33	-
Опсег, $\mu\text{g}/\text{kg}$	3-9	400-1700	-
МДК Р. Србија	30	8000	4000
МДК ЕУ	20	8000	4000

SD – стандардна девијација; CV – коефицијент варијације

Према истраживањима Крњаје и сар. (2015), на зрнима пшенице прикупљене 2014. године уочене су просечне концентрације ДОН-а, 424,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$. До сличних резултата, Крњаја и сар. (2011) дошли су, када су испитивали и зрна прикупљена 2009. године и код њих је просечна концентрација износила 490,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Када је реч о ЗЕА, Крњаја и сар. (2011) су током 2009. године уочили присуство ЗЕА код 10% узорака чије су просечне концентрације биле 70,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Посебно је важно да садржај испитиваних микотоксина ни у једном узорку пшенице није превазишао максимално дозвољене концентрације прописане нашим Правилником о квалитету хране за животиње (Сл. гласник РС, 81/2019), али и регулативом ЕУ. Међутим максималне концентрације деоксиниваленола су значајно превазилазе вредност од 1250 $\mu\text{g}/\text{kg}$ која је по Правилнику Републике Србије (Сл. гласник РС, 126/2020) дозвољена у пшеници која је намењена људској исхрани.

Када је ДОН у питању посебно треба водити рачуна о хранивима која су намењена производњи смеша за исхрану свиња. У овим смешама је максимално дозвољена концентрација прописана на 900 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Иначе, пракса је показала да свиње већ са 500-600 μg ДОН-а/kg слабије конзумирају такву храну, поготово што ова врста микотоксина има кумулативно, као и синергистичко деловање заједно са неком другим микотоксинима као што су афлатоксин, зеараленон, фумонизини и други. Стога, на пријему, сва пшеница која је имала фузариозна зрна, обавезно је контролисана на присуство деоксиниваленола.

У табели 7 су приказани резултати анализираних узорака јечма на присуство 3 испитивана микотоксина.

Табела 7. Садржај микотоксина у узорцима јечма

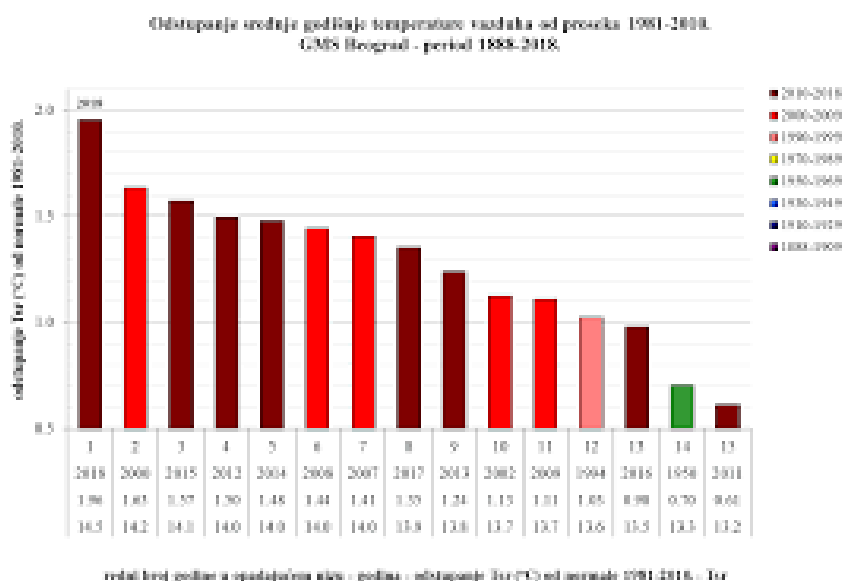
	АФ	ДОН	ЗЕА
Број узорака	3	20	3
Број позитивних узорака	1	20	3
% позитивних узорака	33	100	100
Просек \pm SD, $\mu\text{g}/\text{kg}$	1,0	1082,5 \pm 442,2	10,7 \pm 4,2
CV, %	-	41	39
Опсег, $\mu\text{g}/\text{kg}$	-	200-1500	5-15
МДК Србија	30	8000	4000
МДК ЕУ	20	8000	4000

SD – стандардна девијација; CV - коефицијент варијације

Укупно је анализирано 26 узорка јечма, од тога 20 узорка на присуство деоксиниваленола и по 3 узорка на присуство афлатоксина и зеараленона. Садржај афлатоксина у узорцима јечма кретао се у концентрационом опсегу од 0 до 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$, деоксиниваленола од 200 до 1500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ и зеараленона у опсегу од 5 до 15 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Просечан садржај афлатоксина у узорцима јечма износи 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$, деоксиниваленола 1082 $\mu\text{g}/\text{kg}$ и зеараленона 10,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Према резултатима ранијих истраживања и анализе јечма, Јајић и сар. (2014) дошли су до податка да је мањи опсег варирања концентрације ДОН-а (118,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ до 355,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$), за разлику од истраживања Станковића и сар. (2010), гдје је код 70% узорка утврђено присуство ДОН-а, чије су концентрације биле у опсегу од 50 до 3197,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

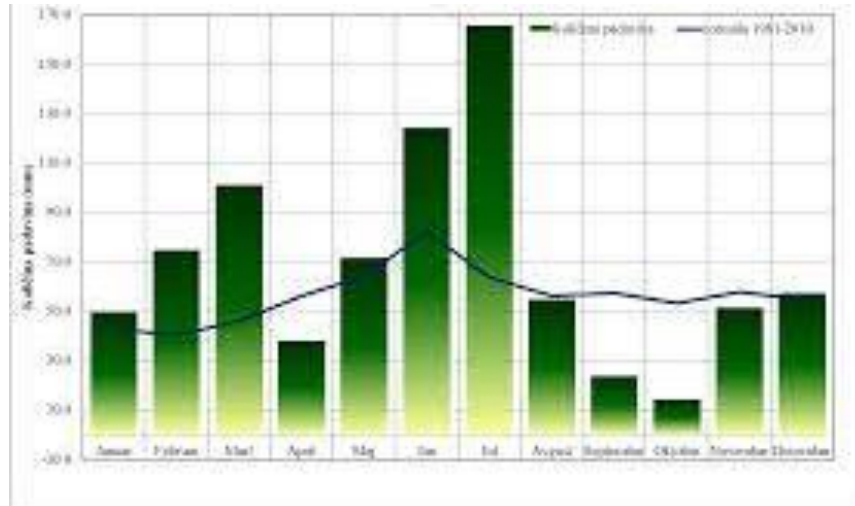
Садржај микотоксина ни у једном узорку јечма није био виши од максимално дозвољене концентрације прописане нашим Правилником (Сл. гласник РС, 81/2019).

Раније је већ описан утицај климатских фактора на продукцију микотоксина, те би приказане резултате било интересно посматрати са становишта климатских прилика које су владале у тој години. 2019. је била у категорији екстремно топлих у целој Србији, осим у Зајечару где је била у категорији веома топло. Гледајући средњу максималну и средњу минималну температуру ваздуха у Србији, 2019. година била је најтоплија, када сагледамо период од 2010. до 2020., према максималној температури ваздуха, док је према минималној температури ваздуха трећа најтоплија (топлије су биле 2014. и 2018. година) (Републички хидрометеоролошки завод Србије, 2019).



Слика 5. Просечне температуре за Србију за 2019. годину

Када је реч о падавинама, 2019. година у Србији била је просечно кишна (слика 13). Количина падавина се кретала у интервалу од 506,5 до 855,7 mm, а на планинама од 739,7 до 1152,3 mm. Процент количине падавина у односу на вишедеценијски просек од 1981. до 2010. године био је у интервалу од 80 до 118% (Републички хидрометеоролошки завод Србије, 2019).



Слика 6. Средња месечна количина падавина за Србију за 2019. годину

На графиконима температура и падавина види се да је година почела као сушна. Од јануара до јуна, током свих месеци је висина падавина била нижа од просека. Током првих пет месеци пало је 82 литара кише по квадратном метру мање него што је уобичајено. У истом периоду температуре током свих месеци су биле више у односу на деценијски просек и то од 0,8 °C. Наставак године је донео топлији април (за 2,2 °C), а затим мај који је био хладнији за 1,7 °C у односу на просек. Сви наредни месеци су били топлији од просека: јун за 1,8 °C, јул за 0,8 °C, август за чак 2,8 °C и септембар за 1,9 °C. Све наведене температуре праћене су падавинама мањим од просека осим у јуну, током кога је пало чак 56 mm падавина више од просека и у септембру током ког је пало 10 mm падавина више од просека.

Последњих година пораст температуре је праћен и повећањем висине падавина. 2019. године од јануара до септембра пало је 26 mm падавина ниже од просека. При томе температура је била виша за 1,8 °C. Тако да би се могло рећи да су житарице биле у сталном стресу. Највећи утицај време у овој фази вегетације је имало на стрна жита, која су јако патила од недостатка влаге током зиме. Пшеница је у марту имала изглед као што просечних година изгледа у децембру. Бокорење касније посејаних стрнина је

скоро потпуно изостало. Обзиром да се сада гаје сорте које, да би дале висок принос, траже добро бокорење, очекивање да ће приноси бити умањени, се и остварило. Хектолитри зрна су били углавном лоши, па се *Fusarium* на пшеници појавио већ на њиви.

У периоду јула месеца је забележен веома висок проценат падавина са једне стране, али и висока температура ваздуха са друге стране, што је погодовало настанку гљива већ на пољима кукуруза. Наиме, јул месец је кључни за принос кукуруза, јер тада долази до одвијања једне од најважнијих фаза, метличења. У овој фази раста биљка је јако осетљива на недостатак падавина, а посебно на оштећења која може изазвати појава града и штетних инсеката. Појава града и штетних инсеката (кукурузне совице и кукурузне златице) је била локалног карактера. Имајући све ово у виду можемо рећи да је лето 2019. било погодно за развој гљива у кукурузу.

Поред хранива присутност и садржај микотоксина је контролисан и у узорцима потпуних смеша за исхрану домаћих животиња. Када су у питању потпуне смеше за исхрану пилића садржај микотоксина је приказан у табели 8.

Као што се из ове табеле може видети, на садржај микотоксина је анализирано укупно 85 узорака. Од тога 58 узорака је анализирано на присуство афлатоксина, 16 узорака на присуство деоксиниваленола, те 11 узорака на присуство зеараленона. Применом већ поменуте дескриптивне статистике утврђено је да се садржај афлатоксина кретао у опсегу од 1 до 12 $\mu\text{g}/\text{kg}$, деоксиниваленола од 50 до 900 $\mu\text{g}/\text{kg}$, док се садржај зеараленона кретао у опсегу од 2 до 22 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Табела 8. Садржај микотоксина у узорцима потпуних смеша за тов пилића

	АФ	ДОН	ЗЕА
Број узорака	58	16	11
Број позитивних узорака	47	13	10
% позитивних узорака	81	81	91
Просек \pm SD, $\mu\text{g}/\text{kg}$	3,1 \pm 2,6	169,2 \pm 219,7	9,0 \pm 7,7
CV, %	85	130	85
Опсег, $\mu\text{g}/\text{kg}$	1-12	50-900	2-22

SD - стандардна девијација; CV - коефицијент варијације

Максимално дозвољене концентрације микотоксина у потпуним смешама за исхрану пилића (Сл. гласник РС, 81/2019) износе 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ за афлатоксин и 5000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ за

деоксиниваленол, док за зеараленон није одређена максимално дозвољена вредност према регулативи Републике Србије за ову категорију животиња. Од укупно испитаних 58 узорака потпуних смеша за исхрану пилића, 3 узорка су имала вишу вредност од максимално дозвољене концентрације прописане Правилником о квалитету хране за животиње (Сл. гласник РС бр. 81/2019). Ова храна није коришћена за исхрану пилића већ је захтевала корективну меру у виду да мора бити поново прерађена и додата у потпуну смешу за исхрану пилића у одређеном проценту како концентрација афлатоксина не би превазилазила 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Ова храна није могла да се преради за исхрану других (старијих) категорија животиња због тога што је садржала кокцидиостатике.

Поред испитивања садржаја микотоксина у смешама за тов пилића, испитан је и садржај истих у смешама за коке носиље, а резултати су представљени табелом 9. Анализирано је укупно 35 узорака и то 17 узорака на присуство афлатоксина, и по 9 узорака на присуство деоксиниваленола и зеараленона.

Применом методе дескриптивне статистике је утврђено да се садржај афлатоксина кретао у опсегу од 1 до 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$, садржај деоксиниваленола од 50 до 900 $\mu\text{g}/\text{kg}$, те садржај зеараленона у опсегу од 1 до 201 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Максимално дозвољене концентрације за коке носиље су 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ за афлатоксин и 5000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ за деоксиниваленол, док за зеараленон ова вредност није одређена регулативом Републике Србије за ову категорију животиња. У анализираним узорцима за исхрану кока носиља ни у једном узорку нису детектоване количине микотоксина које су превазилазе максимално дозвољене концентрације прописане Правилником (Сл. гласник РС, 81/2019).

Табела 9. Садржај микотоксина у узорцима потпуних смеша за коке носиље

	АФ	ДОН	ЗЕА
Број узорака	17	9	9
Број позитивних узорака	13	9	9
% позитивних узорака	76	100	100
Просек \pm SD, $\mu\text{g}/\text{kg}$	3,1 \pm 1,1	266,7 \pm 242,7	29,0 \pm 61,3
CV, %	35	91	211
Опсег, $\mu\text{g}/\text{kg}$	1-5	50-900	1-201

SD - стандардна девијација; CV - коефицијент варијације

Дејство микотоксина на здравље кокошака и пилића је разнолико у зависности од врсте и концентрације истог у организму. Тако нпр. афлатоксини код ове врсте животиња изазивају две врсте симптома, акутне и хроничне. У акутне спада синдром бледила крила, крварења те поремећај ЦНС. Са друге стране у хроничне спадају: лоше оперјавање, раслојавање јата, смањене телесне тежине, синдром масне јетре, имуносупресија, успорено полно сазревање, редукција броја јаја и слабости ногу (Милић, 2017).

У табели 10. је приказан садржај микотоксина у узорцима потпуних смеша намењених музним крвама. Укупно је анализирано 39 узорака, од чега је у 27 узорака испитан садржај афлатоксина, у 7 узорака садржај деоксиниваленола, а 5 узорака је испитано на садржај зеараленона.

Метода декскриптивне статистике омогућила је да јасније сагледамо добијене резултате, те је истом утврђен садржај афлатоксина у опсегу од 1 до 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$, садржај деоксиниваленола од 50 до 1500 $\mu\text{g}/\text{kg}$, као и садржај зеараленона у опсегу од 18 до 22 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Просечан садржај афлатоксина је износио 1,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$, деоксиниваленола 514,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$, а зеараленона 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Максимално дозвољене концентрације прописане Правилником о квалитету хране за животиње (Сл. гласник РС, 81/2019) за краве музаре су 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ за афлатоксин, 2000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ за деоксиниваленол и 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ зеараленон. Из табеле 9 се јасно види да је присутност наведених микотоксина у узорцима потпуних смеша за исхрану крва била висока. Срећна околност је што ни у једном узорку концентрација микотоксина није била изнад максимално дозвољене концентрације прописане Правилником о квалитету хране за животиње (Сл. гласник РС, 81/2019) за краве музаре.

Табела 10. Садржај микотоксина у узорцима потпуних смеша за краве

	АФ	ДОН	ЗЕА
Број узорака	27	7	5
Број позитивних узорака	19	7	4
% позитивних узорака	70	100	80
Просек \pm SD, $\mu\text{g}/\text{kg}$	1,7 \pm 1,1	514,3 \pm 545,6	20,0 \pm 2,0
CV, %	64	106	10
Опсег, $\mu\text{g}/\text{kg}$	1-5	50-1500	18-22

SD - стандардна девијација; CV - коефицијент варијације

Утицај афлатоксина на организам крава, те његово повећано присуство у организму изазива симптоме попут смањене функција бубрега, лошији квалитет млека, дијареју, инсуфицијенција крвотока, па чак и угинуће. Када је реч о зеараленону, он највише утиче на полне карактеристике крава и може да изазове поремећаје сексуалног циклуса, смањене количине млека, вулвовагинални едем, пролапс материце и вагине, рану ембрионални ресорпцију, побачај и пад телесне температуре (Шерма, 2006).

Присутност и садржај микотоксина у узорцима потпуних смеша за тов прасади до 25 килограма приказани су у табели 11. Из наведене табеле се може видети да је анализирано укупно 13 узорака, од чега је код 11 узорака испитан садржај афлатоксина, те у по једном узорку испитан је садржај деоксиниваленола и зеараленона. Применом методе дескриптивне статистике утврђен је садржај горе наведених микотоксина, од чега се опсег афлатоксина кретао од 1 до 12 $\mu\text{g}/\text{kg}$, док присуство деоксиниваленола и зеараленона није регистровано у смешама за тов прасади. Максимално дозвољене концентрације у потпуним смешама за исхрану прасади су 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ за афлатоксин, 900 $\mu\text{g}/\text{kg}$ за деоксиниваленол и 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ зеараленон у поменутом Правилнику Републике Србије. Од тестираних 13 узорака потпуних смеша за исхрану прасади, 3 узорка су имали садржај изнад 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ афлатоксина што је веће од максимално дозвољене концентрације условима прописане Правилником о квалитету хране за животиње (Сл. гласник РС бр. 81/2019). Храна чији су узорци показивали већу вредност афлатоксина од 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ није коришћена за исхрану прасади већ је одређена корективна мера поновне прераде и додата у потпуну смешу за исхрану старијих категорија свиња.

Табела 11. Садржај микотоксина у узорцима потпуних смеша за тов прасади до 25 kg

	АФ	ДОН	ЗЕА
Број узорака	11	1	1
Број позитивних узорака	8	0	0
% позитивних узорака	73	0	0
Просек \pm SD, $\mu\text{g}/\text{kg}$	4,6 \pm 3,3	-	-
CV, %	72	-	-
Опсег, $\mu\text{g}/\text{kg}$	1-12	-	-

SD - стандардна девијација; CV - коефицијент варијације

Присутност и садржај микотоксина у узорцима потпуних смеша за свиње у порасту и тову приказани су у табели 12.

Табела 12. Садржај микотоксина у узорцима потпуних смеша за свиње у порасту и тову

	АФ	ДОН	ЗЕА
Број узорака	38	30	28
Број позитивних узорака	28	28	23
% позитивних узорака	74	93	82
Просек ± SD, µg/kg	2,4±1,2	201,8±119,9	36,5±68,5
CV, %	52	59	188
Опсег, µg/kg	1-5	50-550	1-300

SD - стандардна девијација; CV - коефицијент варијације

Након испитивања садржаја микотоксина у смешама за исхрану мањих прасади, испитано је и њихово присуство у смешама за исхрану свиња, у порасту и тову. Испитано је укупно 96 узорака, од тога је 38 узорака испитано на садржај афлатоксина, 30 на садржај деоксиниваленола, те 28 узорака на садржај зеараленона. Утврђено је да се садржај афлатоксина кретао у опсегу од 1 до 5 µg/kg, деоксиниваленола од 50 до 550 µg/kg, а зеараленона у опсегу од 1 до 300 µg/kg. За исхрану свиња у тову потпуна смеша за исхрану не сме да превазилази максимално дозвољене концентрације прописане Правилником (Сл. гласник РС, 81/2019), а то је 900 µg/kg. У пракси свиње већ са 500-600 µg ДОН-а/kg, слабије конзумирају такву храну поготово што та врста микотоксина има кумулативно, а такође и синергистичко деловање заједно са неким другим микотоксинима као што су зеараленон и Т-2 токсин.

Када је реч о утицају микотоксина на свиње у порасту и тову и прасадима до 25 килограма, симптоми су различити у зависности од врсте микотоксина као и величине свиње. Главни симптоми афлатоксина су: смањен раст, микроскопске лезије јетре, смањен унос хране, неуредна длака, слабо зачеће итд. Када је реч о деоксинивалену најчешће се јавља смањен унос хране, одбијање хране, повраћање, а самим тим смањен прираст, па и проблеми са јетром. И на крају, зеараленон, даје следеће симптоме: хиперестрогенизам, вулвовагинитис, пролапсус, анеструс, лажна трудноћа, рана ембрионална смртност 1 до 3 седмице након оплодње (Падоан, 2014).

Присутност и садржај микотоксина у узорцима потпуно обогаћених смеша биљног порекла приказани су у табели 13. У узорцима потпуно обогаћених смеша биљног порекла је испитан укупно 31 узорак на присуство афлатоксина, деоксиниваленола и

зеараленона. Од тога је 15 узорака испитано на присуство афлатоскина, 10 узорака на деоксиниваленол и 6 узорака на зеараленон. Утврђен је садржај афлатоксина у опсегу од 2 до 6 $\mu\text{g}/\text{kg}$, деоксиниваленола од 350 до 1500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ док се садржај зеараленона кретао у опсегу од 9 до 257 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Просечан садржај афлатоксина је износио 3,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$, деоксиниваленола 1020,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$, а зеараленона 106,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Утврђен је врло висок проценат контаминаности (83, 87 и 100%) ових узорака на присуство испитиваних микотоксина.

Табела 13. Садржај микотоксина у узорцима потпуно обогаћених смеша биљног порекла

	АФ	ДОН	ЗЕА
Број узорака	15	10	6
Број позитивних узорака	13	10	5
% позитивних узорака	87	100	83
Просек \pm SD, $\mu\text{g}/\text{kg}$	3,8 \pm 1,6	1020,0 \pm 468,1	106,4-115,8
CV, %	42	46	109
Опсег, $\mu\text{g}/\text{kg}$	2-6	350-1500	9-257

SD - стандардна девијација; CV - коефицијент варијације

Максимално дозвољене концентрације у потпуним смешама за исхрану старијих категорија животиња су 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ за афлатоксин, 2000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ за деоксиниваленол и 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ зеараленон према регулативи Републике Србије. Према резултатима истраживања вредности сва три испитивана микотоксина (деоксиниваленол 350 до 1500 $\mu\text{g}/\text{kg}$, зеараленон 9 до 257 $\mu\text{g}/\text{kg}$ и афлатоксин 2 до 6 $\mu\text{g}/\text{kg}$) су испод максимално дозвољених концентрација.

5.2 Резултати контроле активност уреазе у сојиним производима за исхрану животиња

Прерада сојиног зрна екструдирањем ради се у нашој фабрици, при чему настаје сојин гриз. Како би испратили квалитет прераде сојиног зрна у току производње, контролише се активност уреазе. У току процеса производње сојиног гриза уколико се утврде високе вредности активности уреазе преко 0,5 mg N/g/min, такав сојин гриз се користи за исхрану старијих категорија животиња. Такође даје се налог да се параметри екстудирања промене као нпр. да се подигне температура екстудирања, замени диза екструдера, убрза или смањи проток материјала. Производ сојина сачма и сојина погача пристижу од одређених добављача где се на пријем код нас у фабрици узимају узорци и контролишу такође на активност уреазе.

Вредности активности уреазе у узорцима производа од соје су приказани у табели 14. Наиме, укупно је анализирано 258 узорака производа од чега на сојин гриз отпада 173, сојину сачму 37 и сојину погачу 48 узорака. Применом метода дескриптивне статистике може се утврдити да се вредност уреазе у узорцима сојиног гриза кретала од 0,02 до 1,20 mg N/g/min, у узорцима сојине сачме од 0,08 до 0,32 mg N/g/min, те у узорцима сојине погаче вредност се кретала од 0,04 до 0,39 mg N/g/min.

Из табеле 14 се може видети да од укупно 173 испитаних узорака сојиног гриза, 13 узорака је било неисправно и имало вредност већу од 0,5 mg N/g/min, док код сојине погаче и сојине сачме није било неисправних узорака.

Табела 14. Вредности активности уреазе у узорцима производа од соје

	Сојин гриз	Сојина сачма	Сојина погача
Број узорака	173	37	48
Број неисправних узорака	13	0	0
% неисправних узорака	8	0	0
Просек ± SD, µg/kg	0,24±0,16	0,18±0,06	0,13±0,09
CV, %	68	35	71
Опсег, µg/kg	0,02-1,20	0,08-0,32	0,04-0,39

SD - стандардна девијација; CV - коефицијент варијације

6 Закључак

Последњих година законска регулатива за безбедност хране за животиње је значајно поштрена све у сврху здравља, али и продуктивности животиња. Наиме, препознати су многобројни ризици који путем хране, прете безбедности самих животиња, а на крају и крајњих потрошача, односно људи. Систем контроле и заштите сировина за производњу хране за животиње, треба бити подигнут на знатно висок и строг ниво, са низом ригорозних мера и контрола приликом производње исте. Систем контроле у нашој земљи надгледан је од стране надлежних институција, као што су разне инспекције (тржишна, пољопривредна и ветеринарска), док са друге стране сам превентивни приступ и самоконтрола за сада нису довољно законски регулисане, али ипак произвођачи морају да поштују НАССР стандард.

Поред прихватања одговарајућих законских прописа и усаглашавања са ЕУ законодавством, неопходно је да фабрике за производњу хране за животиње прођу све контроле, техничке прописе, те добију сагласност за регистрацију и акредитацију фирме. Када је реч о самом технолошком процесу производње хране за животиње, јасно је да сваки уређај и сваки процес, производна линија и погон могу бити извори ризика и самим тим одразити се на квалитет хране. Наиме, сви уређаји у производњи хране морају бити контролисани, како током самог рада, тако и непосредно пре и после завршетка процеса производње. Такође, неопходно је укључити мултидисциплинарни приступ стручњака од самог почетка производње хране за животиње, како би се обезбедило да крајњи производ буде безбедан и избегли могући ризици и инцидентне ситуације.

На основу резултата истраживања у овом раду може се закључити следеће:

- 2019. година је била просечно кишна, али у периоду јун-јул је било доста падавина па је дошло до развоја гљивичних обољења изазваних од стране гљива рода *Fusarium* на класовима јечма и пшенице, што је проузроковало појаву микотоксина деоксиниваленола
- Током 2019. године, присутност деоксиниваленола у хранивима је знатна. Климатски услови који су владали на територији Србије у посматраном периоду били су нарочито повољни за развој фузаријумских плесни и продукцију микотоксина деоксиниваленона на пшеници и јечму, док

продукција зеараленона је изостала. Поред тога климатски услови који су владали на територији Србије у 2019. године били су нарочито неповољни за развој *Aspergillus sp* на кукурузу пшеници и јечму.

- Анализама узорака пшенице и јечма утврђено је да концентрација деоксиниваленона не прелази граничне вредности за исхрану животиња уколико се јечам и пшеница користе у одређеном проценту у смеши. Пошто су свиње највише осетљиве на овај микотоксина, давањем само јечма или пшенице чије вредности деоксиниваленона прелазе 900 µg/kg изазвало би здравствене проблеме тих животиња.
- Посматрана година била је неповољна за развој микотоксина у кукурузу, међутим анализама у раду је приказано да је детектована мала количина микотоксина.
- Садржај микотоксина у хранивима је углавном уједначен и знатно испод вредности прописаних регулативама Србије и ЕУ.
- Резултати анализа на садржај микотоксина у потпуним смешама за исхрану животиња указују да концентрација микотоксина није прелазила вредности дозвољене домаћом регулативом, осим за потпуне смеше за прасад, где је максимална вредност афлатоксина била 12 µg/kg у једном узорку, а максимално дозвољена вредност је 5 µg/kg. Сви производи потпуне смеше за исхрану прасади који су показивали веће вредности афлатоксина нису отишли у продају већ су поново прерађени и додати у одређеном проценту потпуним смешама за исхрану старијих категорија животиња.
- Резултати истраживања показују да су код хране за пилад детектована три узорка, која су прешла дозвољене максималне концентрације афлатоксина. Такви узорци прерађени су у одређеном проценту у исти производ, пошто храна садржи кокцидиостатик, па не сме да иде у друга хранива сем у храну за пилад, starter или гровер.
- У раду је приказана и контрола активности уреазе производа од сојиног зрна. Приликом анализе сојиног гриза било је 13 неисправних узорака, што нам показује колико је битно анализирати сојин гриз у току производње. При пријему сојине сачме и сојине погаче није било повишене вредности уреазе преко 0,50 mg N/g/min.

- Минимизирање ризика за потрошаче може се постићи даљим усклађивањем максимално дозвољених нивоа микотоксина у храни за животиње у Србији са законским регулативама у ЕУ, као и успостављањем програма за мониторинг повећањем броја анализираних узорака.

7 Литература

Bankole, S., Abebanjo, A. (2003). Mycotoxins in food in West Africa: Current situation and possibilities of controlling it. *African Journal of Biotechnology Vol. 2 (9)*, 254-263.

Commission, E. (2000). *Scientific Committee on Food*. Преузето Мај 11, 2021 са Scientific Committee on Food - Archive: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scf_reports_44.pdf

Creppy, E. (2002). Update of survey, regulation and toxic effect of mycotoxins in Europe. *Toxicology Letters, 127*, 19-28.

Devegowda, G. (1998). Mycotoxin picture worldwide: Novel solutions for their counteraction. *Biotechnology in Food Industry*, 241-255.

Ellis, W., Simpson, B., Khanizadeh. (1993). Control of growth and aflatoxin production of *Aspergillus flavus* under modified atmosphere packaging (MAP) conditions. *Food Microbiology, Volume 10, Issue 1*, 9-21.

IARC. (2012). Aflatoxins. IARC MONOGRAPHS VOLUME 82

Marriott, N., Gravani, R. (2006). *Principles of Food Sanitation*. USA: Springer.

Rigaud, E. (2016). Seroprevalence of seven pathogens transmitted by the *Ixodes ricinus* tick in forestry workers in France. *Clinical Microbiology and Infection, Volume 22, Issue 8*, 735.e1-735.e9.

Turker, L., Gumus, S. (2009). A theoretical study on vomitoxin and its tautomers. *Journal of hazardous materials 163*, 285-294.

Turner, N., Subrahmanyam, S., Piletsky, S. (2009). Analytical methods for determination of mycotoxins: A review. *Anal. Chem. Acta.*, 168-180.

Балаж, Ф., Стојшин, В. (1997). Болести клијанаца и корена шећерне репе. *Биљни лекар 2*, 144-151.

Баришић, Ж. (2019). *Технологија производње соје*. Осигек: Факултет агроботиичких наука.

Бочаров, А. С. (1996). The influence of ecological and other factors on distribution of molds and mycotoxins in cereals and possibility of their decontamination. Нови Сад: Пољопривредни факултет.

Бочаров, А. С., Левић, Ј., Станковић, С., Крњаја, В. (2009). *Fusarium* species: The occurrence and importance in agriculture of Serbia. *Зборник Матице српске за природне науке, Бр. 116*, стр. 33-48.

Делић, М. Ј., Ђурица, Д., Вујчић, С. (2014). Микотоксини контаминенти хране. *Часопис Пословне студије 11-12*, 519-537.

Дураковић, С., Делаш, Ф., Дураковић, Л. (2002). *Модерна микробиологија намирница-књига прва*. Загреб: Куглер.

Жилић, С., Сребрић, М., Хаџи-Ташковић, В. Ш., Анђеловић, С. (2006). Биохемијска карактеризација ЗП сорти соје. *Селекција и семенарство, вол. 12*, 61-66.

Закон о безбедности хране, Сл. гласник РС., бр. 41/2009 и 17/2019.

Јајић, И., Јевтић, Р., Јурић, В., Крстовић, С., Телечки, М., Матић, Ј., Ђилас, С., Абрамовић, Б. (2011). Presence of deoxynivalenol in small-grain samples from 2009/10 harvest season. *Matica Srpska Proceedings for Natural Sciences, Novi Sad*, 120, 19-24.

Јајић, И., Крстовић, С., Кос, Ј., Абрамовић, Б. (2014). Incidence of Deoxynivalenol in Serbian Wheat and Barley. *Journal of Food Protection*, 77, 853-858.

Јакшић, С., Коцић, С. Т., Балож, М. Ж. (2018). Контрола микотоксина у Републици Србији и Европској Унији са аспекта законске регулативе. *Храна и исхрана*, 12-19.

Калуђеровић, Ж. (2019). *Генетички модификоване биљке-биоетички приступ*. Нови Сад: Филозофски факултет.

Каталенић, М. (2004). Токсини *Fusarium* плијесни и други токсини. *Први хрватски часопис о месу, Vol. VI No. 5*, 31-35.

Кос, Ј. (2015). Афлатоксини: анализа појаве, процена ризика и оптимизација методологије одређивања у кукурузу и млеку. Нови Сад: Технолошки факултет.

Коцић, С. Т., Димић, Г. (2013). Гљиве и микотоксини-контаминенти хране. *Нет. ind.* 67 (4), 639-653.

Крњаја, В., Станковић, С., Левић, Ј. (2011). The presence of toxigenic *Fusarium* species and fusariozoхins deoxynivalenol and zearalenone in winter wheat. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27, 63-73.

Крњаја, В., Томић, З., Станковић, С., Петровић, Т., Бијелић, З., Мандић, В., Обрадовић, А. (2015). *Fusarium* infection and deoxynivalenol contamination in winter wheat. *Biotechnology in Animal Husbandry* 31, 123-131.

Крњаја, В., Новаковић, Ж., Стојановић, Љ., Остојић, Д., Станишић, Н., Никшић, Д., и други. (2013). Контаминација хране за говеда плеснима и микотоксинима. *Ветеринарски гласник*, vol. 67, br. 1-2, 129-138.

Кувеждић, Т. (2020). Микотоксини и утицај климатских промена на њихову продукцију. Загреб: Агрономски факултет.

Кувеждић, Т., Дувњак, М., Мркоњић, М. (2021). *Прогноза појавности микотоксигенованих гљива на пољопривредним културама*. Загреб : Агрономски факултет.

Левић, Ј. (2008). *Врсте рода Fusarium*. Београд: Друштво генетичара Србије.

Левић, Ј., Станковић, С., Бочаров, А. С., Шкрињар, М., Машић, З. (2004). The Overview on Toxigenic Fungi and Mycotoxins in Serbia and Montenegro. *An Overview on toxigenic fungi and mycotoxins in Europe*, стр. 201-208.

Маслац, Т. (2013). Serbia, Grain and Feed Annual. Annual Report on Wheat, Corn and Barley, USDA Foreign Agriculture Service Washington, 1-17.

Машек, Т., Шерман, В. (2006). *Утицај микотоксина на производност преживара*. Загреб: Ветеринарски факултет.

Машић, З., Кљајић, Р., Боцаров, А. С., Шкрињар, М. (2000). Микотоксини у сточној храни као фактор поремећаја здравља животиња. *Зборник радова и кратких садржаја 12. саветовања ветеринара Србије*, стр. 64-73.

Милић, Д. (2017). Микотоксини и превентивне мере у живинарству. Велес: Биомин.

Министарство пољопривреде, трговине, шумарства и водопривреде (2011). Упутство за примену, самоконтролу и контролу система ДПП, ДХП и НАССР.

Падоан, Д. (2014). *Микотоксини код свиња и имунитет*. Нови Сад: Биомин.

Пепељњак, С., Цветнић, З., Кларић, М. (2008). ОКРАТОКСИН А и ZEARALENON: контаминација житарица и крмива у Хрватској. *Часопис о хранидби животиња, производњи и технологији крме*, 147-159.

Петровић, С., Димитријевић, М. (2015). Брза детекција генетичке модификације за праћење ГМО у пољопривреди. *Селекција и семинарство 1 (21)*, 19-29.

Плеадин, Ј., Васиљ, В., Марков, К. (2015). Фузаријски микотоскин у храни и храни за животиње. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition 10 (1-2)*, 6-13.

Правилник о квалитети хране за животиње Републике Србије (Сл. гласник РС, бр. 81/2019)

Републички хидрометеоролошки завод Србије. (2019). *Годишњи билтен за Србију*. Београд.

Синовец, З., Ресановић, Р., Синовец, С. (2006). *Микотоксини, појава, ефекти и превенција*. Београд: Факултет ветеринарске медицине.

Соколовић, М. (2005). Значај трикотеценских микотоксина у храни за перад. *Часопис за унапређење сточарства*, 289-300.

Средановић, С. (2005). Нови приступи у технологији производње безбедне хране за животиње. Нови Сад: Технолошки факултет.

Станаћев, В., Ковчин, С. (2004). Параметри квалитета семена уљане репице. *Уљарство, vol. 35*, 41-44.

Станковић, С., Левић, Ј., Крњаја, В., Додик, В., Станковић, Г., Ивановић, Д., Кандић, В. (2010). Контаминација зрна јечна фумозином Б1и деоксиниваленолом у Србији. *Саветовање о заштити биља*, Златибор, Зборник апстраката 120.

Стефановић, С., Јанковић, С., Милићевић, Д. (2018). Храна и исхрана. *Часопис друштва за исхрану Србије, бр. 1*, 1-52.

Степанић, А., Станковић, С., Левић, Ј., Крњаја, В., Ивановић, М. (2011). Fusariotoxins in

Wheat Grain in Serbia. *Pesticidi i fitomedicina*, 26, 317 - 323.

Тркуља, В. (2004). *Генетски модификовани организми (ГМО) и биосигурност*. Сарајево: Институт за генетичко инжењерство и биотехнологију.

Тркуља, В., Балиан, Д., Видовић, С., Терзић, Р., Остојић, И., Чакловица, Ф., и сарадници. (2018). *Генетски модификовани организми*. Мостар: Агенција за сигурност хране.

Удовички, Б. (2020). Процена изложености афлатоксина Б1 путем хране у Републици Србији и ефикасност деконтаминације помоћу ултраљубичастог зрачења. Београд: Пољопривредни факултет.

Шерма, В. (2006). Утицај микотоксина на здравље и производност преживара. Загреб: Крмива.

Биографија

Жељко Милићевић

Адреса: Доња Ливадица, Росина 10

Датум рођења: 06.02.1986.

Телефон: 064/864-24-33 и 060/088-53-82

E-mail: miliceviczeljko35341@gmail.com

Радно искуство

06/2017 - тренутно **Технолог производње**

Фабрика сточне хране „Моравац“ Крњево

12/2013 - **Шеф производње** - фарма крава

„Алмех“ Стари Тамиш

09/2015 - **Кординатор** уређења некатегорисаних путева

ЈКП „Милош Митровић“ Велика Плана

Образовање

2018 – тренутно **Сточарство Мастер студије**

Пољопривредни факултет, Нови сад

2005 – 2012 **Дипломирани инжењер пољопривреде**, општи смер

Пољопривредни факултет, Нови сад

2001 – 2005 **Ветеринарски техничар**

ТТПШ „Деспот Ђурађ“ Смедерево

1993-2001 **ОШ „Надежда Петровић“** Доња Ливадица

Спорт

1998 клуб **„Фудокан“** Карате Јагодина- **активан такмичар**

2005 клуб **„Нафтагас“** Карате Нови Сад – **активан такмичар**

2010 Клуб **„Нови Сад“** Теквондо Нови Сад – **рекреативно**

Хобији

2019. тренутно **благајник и активни такмичар** удружења голубова српских високолетаца ГСС- 353 „Младост Доња Ливадица“ .

1998. **Савезни судија** за голуба српског високолетаца

1995. **члан удружења YU** голубова српских високолетаца – 353 „Младост“ Доња Ливадица“ .