



Милена КРСТИЋ, Факултет ветеринарске медицине, Универзитет у Београду  
([milena@vet.bg.ac.yu](mailto:milena@vet.bg.ac.yu))

## МИКОТОКСИНИ – НАША СТВАРНОСТ

Посвећено проф. др Злајану Синовицу, 1958.-2007.

Колико сте пута у кухињи наилазили на буђав хлеб, плесни сир или мрко-браон флеку, као почетак труљења, на воћу? Не једном. Већина од Вас рећи ће да су то плесни или гљивице, али шта су гљивице и колико су оне опасне по здравље људи?

Гљивице су мали организми врло прилагодљиви за живот на и у чврстим подлогама. Развијају мицелијуме и путем спора брзо се размножавају најчешће ваздухом али се не искључују ни вода ни инсекти. Сувоземне гљивице (изузев квасаца) називамо плеснима а токсине које продукују – микотоксинима. У организам животиња и људи доспевају путем хране али и респираторним путем, као и преко коже. Промене тј. болести које изазивају називају се микотоксикозе.

Присуство гљивица у храни познато је мање-више од постанка света. Први забележени подаци о штетним ефектима датирају још од пре 5000 година, у Кини, као последица употребе плесниве хране. Колико тровања микотоксинима могу да буду опасна и широких размера је и пример из Лиможа, Француске, где је као последица микотоксикозе изазване токсинима ражене главице (ергот алкалоиди) умрло око 40 000 људи ("St. Antony fire"). Крајем XIX века у Јапану је након употребе плеснивог пиринча дошло до разних поремећаја код људи, а током Другог светског рата у Русији је велики број људи оболело од алиментарне токсичне алеукије (АТА) изазване житарицама контаминираним плеснима врсте *Fusarium* [1].

Учестала повезаност плесни са болестима нагнала је научнике да се позабаве истраживањима на пољу микотоксина и открију каква су заправо та једињења и шта све она могу.

Микотоксини су природни молекули, мале молекулске масе, секундарни метаболити филаментозних гљивица. До сада је откривено 300-400 различитих једињења класификованих у микотоксине која имају негативан ефекат на здравље људи и животиња. Сама токсичност зависи од дозе и циљне групе. Производи гљивица који су у већој мери штетни за бактерије (као што је пеницилин) називају се антибиотцима. Фитотоксини су метаболити гљивица штетни за биљке, а микотоксинима су названи само они продукти који су токсични за људе и животиње чак и у малим концентрацијама [2]. Аналитичким методама можемо да утврдимо присуство и садржај микотоксина. Међу најчешће примењеним методама су: флуориметрија (флуородензитометрија), капиларна електрофореза, имуноензимске методе (ELISA), као и различите хроматографске методе (GS, HPLC, LC, TLC) од којих је

најчешће до сада примењивана танкослојна хроматографија. Међутим, најслабија карика у тачном одређивању садржаја микотоксина још увек је узимање узорака, обзиром на неједнаку расподелу плесни и токсина у храни.

Храна која је подложна контаминацији микотоксина може бити биљног (житарице, воће, поврће) и животињског порекла (месо, млеко). У храну микотоксини доспевају директно (продукцијом гљивица) или индиректно (већ синтетизовани микотоксин који постаје саставни део намирнице). До синтезе микотоксина од стране гљивица долази када су за то повољни услови средине (рН, температура, влажност), а количина продукције зависи од хемијског састава супстрата, способности брзог развијања и размножавања гљивице, времена инкубације. Оно што је важно за микотоксине то је да када гљивица и нема, односно када се одстране са или из намирнице, они опстају и задржавају своју биолошку активност. Када доспеју у организам микотоксини општењу различите органе, тако да је и најприменљивија подела микотоксина на основу деловања на организам, и то на:

1. Хепатотоксине (афлатоксин, фумонизин) - оштећења јетре, канцерогеност
2. Нефротоксине (охратоксин, цитринин) - оштећења бубрега
3. Естрогене (зеараленон, зеараленол) - естрогена дегенерација репродуктивних органа
4. Неуротоксине (патулин, Т-2 токсин) - оштећења нервног система
5. Цитоксине (трихотецени) - оштећења коже и слузокоже дигестивног тракта
6. Гастроинтерстиналне (Т-2 токсини, афлатоксини, деоксиниваленол) - оштећења јетре и осталих унутрашњих органа
7. Респираторне (трихотецени) - оштећења плућа
8. Имуносупресивне (готово сви микотоксини) - промене и трајна оштећења имунитета

Како ниједна подела није потпуна, прича о микотоксинима заснива се на оним најзаступљенијим и најнепожељнијим.

### АФЛАТОКСИНИ

Продукти рода *Aspergillus*, најчешће *Aspergillus flavus*, ређе *Aspergillus parasiticus* су афлатоксини (AF), група хемијски сличних, дифуранокумаринских деривата. Афлатоксини који флуоресцирају под UV светлом зелено означени су као AFG, плаво AFB група, а они који су утврђени у млеку припадају AFM групи. Спадају у хроматографски врло мобилна једињења, а

и најчешће се одређују хроматографски. Могу се наћи у зранастој храни, споредним производима њихове прераде али и хранивима животињског порекла.

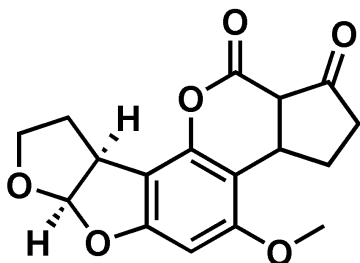
Афлатоксин В<sub>1</sub> је најтоксичнији представник афлатоксина и најјачи је до сада природни канцероген. Приписана су му и мутагена и тератогена својства. АFB<sub>1</sub> се може наћи у кукурузу, кикирикију, пиринчу, коштуњавом воћу [2].



Слика 1. *Aspergillus flavus* на клипу кукуруза

Афлатоксини унети храном брзо доспевају у крвоток, за само 30 минута, а у јетру за један сат. АFB<sub>1</sub> има тенденцију да се депоније у свим меким ткивима као и у ћелијама масног ткива, а највећи степен акумулације је у јетри и бубрезима, органима у којима се врши његова биотрансформација.

Акутна афлатоксикоза резултира смрћу, док хронична узрокује канцер, имуносупресију и друге патолошке промене. Многа истраживања на ову тему давала су различите резултате, а огледи *in vivo* на животињама показала су да су неизвесни сви ефекти и не могу се са сигурношћу повезати са ефектима који би се испојили код људи. Интересантан је случај жене-самоубице која је прогутала 40 mg пречишћеног афлатоксина, а остала у животу наредних 14 година! Сви биохемијски налази урина и крви, као и томографске анализе абдомена, кичме и јетре дали су нормалне резултате. Афлатоксин је манипулативни токсин и потенцијално биолошко оружје. Повезују га са ратом у Ирану, али за то нема поузданих доказа [2].

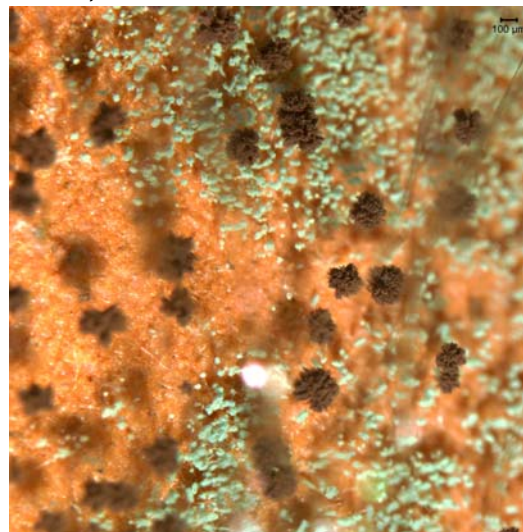


Слика 2. Афлатоксин В<sub>1</sub>

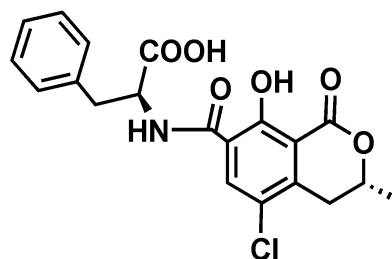
## ОХРАТОКСИНИ

Охратоксини (ОТ) су изокумаринска једињења, производи метаболизма гљивица рода *Aspergillus* (*A. ochraceus*, *A. alliaceus*, *A. niger*) и *Penicillium* (*P. verrucosum*, *P. palitans*). До данас је идентификовано

више форми од којих су најпознатије ОТА, ОТВ, ОТС, ОТ $\alpha$  и ОТ $\beta$ .



Слика 3. *Aspergillus niger*



Слика 4. Охратоксин А

Контаминирају различите производе као што су житарице, кафа, зачини, брашна, сушено воће, махунарке, вино, пиво, воћне сокове, а могу се наћи и у месо и месним прерађевинама. Најпознатији међу охратоксинима, охратоксин А (ОТА) је први пут изолован 1965. године, као производ *Aspergillus ochraceus*. Сви охратоксини токсични су за бубреге, али и за јетру. Осим тога, за ОТА је доказано да испољава имуносупресивну активност, потенцијално је тератоген и канцероген. Повезан је са болешћу код људи назване „ендемска балканска нефропатија“, прогресивном хроничном нефропатијом, са појавом тумора уринарног тракта, на подручју дунавске регије, тј. делова Румуније, Бугарске, Босне али и Србије. Ова болест је непознате етиологије и нагађања су да је ОТА један од могућих узрока њеног настанка и прогреса [3].

Експертски комитет за адитиве на нивоу Светске здравствене организације (JEFCA) спровео је истраживање у Хонг Конгу о уносу ОТ путем различитих намирница. Подаци су следећи: 3,88 ng/kg телесне масе ОТ /недељно за средњошколце, односно 8,97 ng/kg телесне масе /недељно за одрасле, што спада у релативно низак унос у односу на толерантну дозу од 100 ng/kg [4]. Узимајући у обзир намирнице које су узете у испитивање, као и количине (Табела 1.) треба добро размислити где ћемо и да ли ћемо попити више шоља кафе или чаја на дан-колико смо се приближили лимиту; не

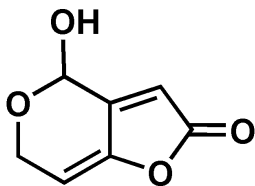
заборављајући при томе поднебље које нагиње овим микотоксиколама.

Табела 1. Унос хране код средњошколаца (ЈЕФСА)

Намирнице	Количина (г/дневно)
Житарице и производи од житарица	495,3
Махунарке и њихови производи	121,2
Месо, живина и њихове прерађевине	171,3
Чоколада	11,3
Свеже воће	0,6
Воћни сокови	119,1
Кафа & чај	133,9

## ПАТУЛИН

Још један микотоксин кога продукују гљивице рода *Penicillium* (*P. urticae*, *P. griseofulvum*) и *Aspergillus* је патулин (Слика 5.).



Слика 5. Патулин

Први пут изолован далеке 1940. године као продукт *Penicillium patulum* и окарактерисан по својим антимикробним својствима, да би му педесетих година прошлог века била приписана антивирусна и антипротозоална активност. Али, патулин се показао и као токсин како за биљни тако и за животињски свет. Употребљиван на почетку као антибиотик, он је прекласификован као микотоксин. Испитивања на лабораторијским животињама показала су канцерогеност овог микотоксина, док у мањим дозама изазива стомачне тегобе, мучнину, хеморалгије и улцерације [2].



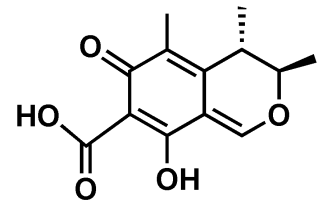
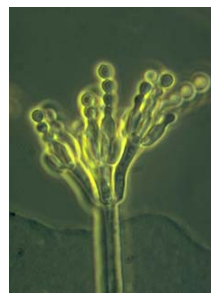
Слика 6. *Penicillium expansum* на крушци

*Penicillium expansum* (слика 6.) или плава плесан која продукује патулин чести је становник јабука, крушака, трешњи и осталог воћа али и поврћа, житарица као и хране за животиње. Најчешће је присутан у воћним соковима, првенствено од јабуке. Алкохолним врењем патулин се уништава, али не и пастеризацијом. Најосетљивија популација на патулин су деца, управо због сокова и кашлица које се производе на бази воћа и поврћа. Светска здравствена организација

(WHO) је прописала лимит од 10 ppb или 10 µg/l патулина у воћним соковима и храни за бебе [5]. Неопходно је рећи и то да треба водити рачуна о исправности намирница и контроли квалитета како би се избегле нежељене последице.

## ЦИТРИНИН

Изолован по први пут из *Penicillium citrinum* (слика 7.), али и као токсин рода *Aspergillus*, цитринин (слика 8.) је микотоксин који може бити присутан у широкој лепези намирница. Продукује га и *Penicillium camemberti* (користи се у производњи сирева), као и *Aspergillus oryzae* (употребљава се за производњу сакеа, миса и соја соса), контаминира намирнице као што су пшеница, овас, раж, јечам, кукуруз и пиринач.



Слика 7. *Penicillium citrinum* Слика 8. Цитринин

Присутан је махом у вегетаријанској храни, али је доказано његово присуство и у домаћим кобасицама, у Италији! Окарактерисан је као нефротоксичан у свим тестовима на животињама, док акутна токсичност зависи од врсте. Синергизам са охратоксином А изазива депресију РНК синтезе у бубрезима. Недовољна испитаност или недостатак пажње усмерене на овај токсин и те како присутан у свакодневној исхрани, оставља велики знак питања на значај и последице по људско здравље [2].

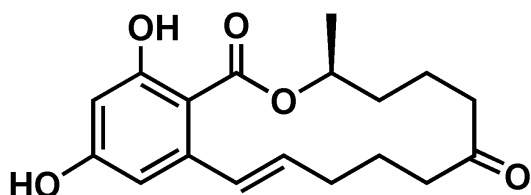
## ЗЕАРАЛЕНОН

Зеараленон или F-2 токсин спада у фитоестрогена једињења које у основи своје хемијске структуре има фенолно језгро и врло је сличан 17β-естрадиолу. Продукт је гљивице рода *Fusarium* (*F. graminearum*, *F. cerealis*). Ове гљивице контаминирају зрна житарица још у пољу, а продукција токсина се наставља и даље током складиштења. Намирнице које су подложне контаминацији су пре свих кукуруз, али и јечам и пшеница.



Слика 9. *Fusarium graminearum*

Након уношења F-2 токсин се брзо и лако ресорбује. У плазми је већ након 30 минута, а акумулира се у јетри. У јетри се и метаболише у зеараленол, који као  $\alpha$  форма има већу биоактивност од осталих метаболита. Интересантно је да се осим фећесом и урином, зеараленон излучује и млеком и то само 42-44 часа након контаминације, а екскреција се врши наредних 5 дана по престанку уношења контаминираних хране! Органи где се дистрибуирају зеараленон и његови метаболити су утерус, црева, тестиси, оваријуми и масно ткиво. Оштећења и патолошке промене примећене су у облику цистичних формација, а негативно делује и на сперматогенезу [1].



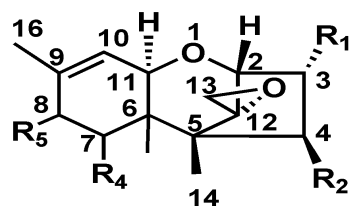
Слика 10. Зеараленон

Међутим, овај микотоксин је мање токсичан од осталих што се објашњава његовом сличношћу са естрогеним хормонима. Редуковани облик зеараленон, зеараленол, у мањим дозама повећава естрогену активност. Синтетски добијено ово једињење има и комерцијални назив ЗЕАРАЛЕНОЛ, и успешно се користи као анаболик код неких животиња. Његова примена је и у ублажавању постменопаузалних тегоба код жена. Зеараленол и његови деривати патентирани и као орални контрацептиви, што само потврђује танку линију између корисног и штетног [2].

## ТРИХОТЕЦЕНИ

Трихотецени су најчешће метаболити гљивица рода *Fusarium*, *Myrothecium*, *Stachybotrys*, *Trichoderma* и обухватају велику групу више од 60 сексвитерпеноида. Назив ових микотоксина потиче од првог који је изолован-трихотецина. Сви трихотецени садрже 12,13-епокситрихотеценски скелет и двоструку везу у различитим положајима прстена (Слика 11.), и могу бити макроциклични или не-макроциклични у зависности од естра којим је супституисан прстен. Не-макроциклични трихотецени су подељени у две групе, групу А (Т-2, неосоланиол, деацетоксискирпенол) која има водоник или естар везан за С-8 атом прстена и групу Б (фузаренон-х, ниваленол, деоскиниваленол) који садрже кето групу. Контаминенти су зрнастих хранива (пшеница, јечам, кукуруз, соја, пиринач) али се могу наћи и у споредним производима њихове прераде. Могу бити присутни и у сунцокрету, кикирикију, кромпиру, банамама, као и у многим другим намирницама. Отпорни су на температурне промене, временске услове, слабе киселине и базе, веома су стабилни.

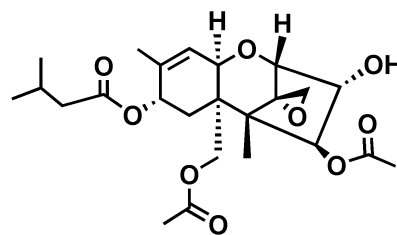
Трихотецени су екстремно потенцијални инхибитори синтезе протеина еукариотских ћелија, репликације ДНК. Познат је случај интоксикације људи и животиња у Јапану, приписане *Fusarium* микотоксикоза-



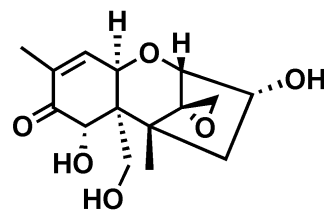
Слика 11. Општа формула трихотецена



Слика 12. *Trichotecium*



Слика 13. Т-2 токсин



Слика 14. Деоскиниваленол

ма. Присутност микотоксина гљивице *Fusarium graminearum* потврђена у јечму, зоби, ражи и пшеници, сматра се узроком болести "црвене буђи" (Акакаби токсикоза). Диоскиниваленол је један од најчешће присутних микотоксина у зрнелву и за животиње је назван фактором одбијања хране [2]. Код људи изазивају хеморагије, а у директном контакту дерматитис.

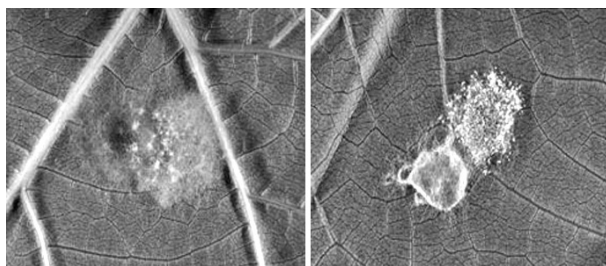
Алиментарна токсична алеукија (АТА) у људској популацији, повезана је са присуством трихотецена у храни и праћена је упалним процесима на кожи, повраћањем и оштећењима хепатопоеетског ткива. Ова болест имала је своје жртве у XIX веку у Русији, а потврђена је и током Другог светског рата на ширем подручју СССР-а [1].

Макроциклични трихотецени продукти су гљивица рода *Myrothecium*, *Stachybotrys* и *Trichotecium*. Неки од њих, као што је глутинозин, поседују антимикробна својства, док са друге стране *Stachybotrys* токсини су изазвали токсикозе са леталним исходом код

коња. Код људи се стахиоботритоксикоза јавља ређе и захвата раднике на фармама који долазе у контакт са буђавим сеном. Међутим, како овом роду гљивица по-  
 годују влажне подлоге са високим садржајем целулозе као што су таванице, дрвене подлоге и филтери клима уређаја, присуство ових токсина добија шире размере [2].

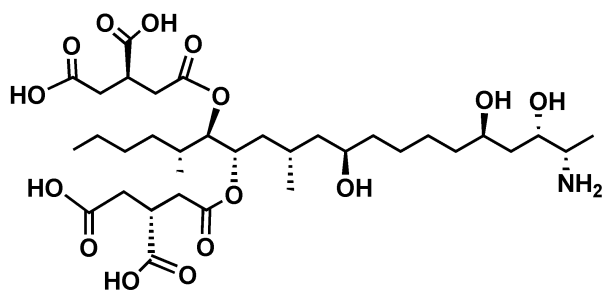
## ФУМОНИЗИНИ

Фумонизини су први пут описани и окарактерисани 1988. године, а метаболити су гљивице рода *Fusarium* (*F. moniliforme*, *F. verticillioides*, *F. proliferatum*). Најчешће контаминирају кукуруз, али и остале биљке.



Слика 15. *Fusarium proliferatum*

Присуство ових гљивица не значи и присуство фумонизина јер оне не продукују увек токсин. Продукција токсина зависи од временских прилика, присутних биљних штеточина који изазивају труљење биљке и класја и ствара погодне услове за размножавање гљивица. Постоји више од десет различитих фумонизина, али су најчешће присутни фумонизин В<sub>1</sub> (FB<sub>1</sub>) који је и најтоксичнији, фумонизин В<sub>2</sub> (FB<sub>2</sub>) и фумонизин В<sub>3</sub> (FB<sub>3</sub>).



Слика 16. Фумонизин В<sub>1</sub> (FB<sub>1</sub>)

Ефекти фумонизина на животиње повезују се са метаболизмом сфинголипида, хепатотоксични су и канцерогени. Међутим, ефекти ових микотоксина на људе нису испитани у потпуности. Могућност акутног тровања FB<sub>1</sub> забележен је у Индији конзумирањем хлеба направљеног од кукурузног брашна. Симптоми овог тровања били су абдоминални болови и дијареја. Интернационална агенција за онколошка истраживања, фумонизин сврстава у групу 2Б ризичности канцера код људи [2]. Агенција за храну и лекове (FDA) Сједињених Америчких Држава прописала је количину од 2-4 ppm укупних фумонизина у храни за људску употребу [5].

Оно што отежава одређивање и истраживања ве зана за ову класу микотоксина је њихова хидрофилност. Како су међу последњима откривени, питање је какви су сви њихови ефекти и колико су заиста токсични.

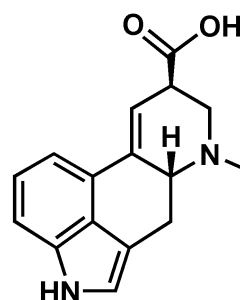
## ЕРГОТ АЛКАЛОИДИ

Најфасцинантнији и мистериознији међу микотоксинима су ергот алкалоиди, продуковани као коктел токсина гљивице рода *Claviceps*, која је патогена за различите врсте трава. Како је најчешће ова гљивица присутна у класју ражи, ови алкалоиди су добили назив "алкалоидима ражене гљивице".



Слика 17. *Claviceps*

Спадају у групу индол алкалоида, деривата тетрациклинског ерголовог прстена. Прва изолована структура из ове групе је лизергинска киселина, чија је структура заједничка за све ергот алкалоиде.

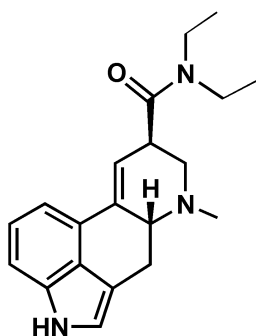


Слика 18. Лизергинска киселина

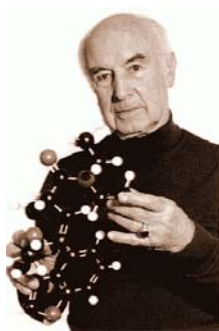
Још од давнина позната је повезаност између обољења названог ерготизам и конзумирања инфицираних житарица, најчешће у облику хлеба припремљеног од контаминаног брашна. Препознатљиве су две форме ерготизма, гангренозна и конвулзивна. Гангренозна форма доводи до упале екстремитета, са крајњим исходом гангрене, док конвулзивна напада централни нервни систем. Примера ерготизма код људи има на претек. Само у Европи забележене су 132 епидемије од VI до XVIII века. Егзотична прича о вештицама из Салема такође је базирана на овом алкалоиду. Савремене методе испитивања житарица елиминишу појаву ерготизма код људи, али је то остао и даље ветеринарски проблем. У ризичну групу спадају говеда, овце, свиње и живина. Клинички симптоми су

гангрена, абортуси, конвулзије, атаксија, хиперсензибилитет као и супресија лактације [2].

Међутим, управо су абортуси код животиња изазвани ергот алкалоиди нагнали народну медицину да примени исти третман и на жене и употреби их за изазивање контракција материце [6]. Ту се не завршава прича о примени ових једињења. Комбиновањем различитих пептида са лизергинском киселином, Hofmann је у Сандоз Лабораторији у Швајцарској по први пут синтетисао ергобазин. Даљим синтезама добио је укупно 25 деривата лизергинске киселине, а двадесет пети био је диетиламид-D-лизергинске киселине (LSD-25). Године 1943. нехотичним уносом ове супстанце у организам, открио је његова халуциногена својства, а LSD је избацио у орбиту психијатријских лекова [7].



Слика 19. LSD



Слика 20. Albert Hofmann

Безуспешно је примењиван у лечењу шизофреније, а помиње се и као серум истине који је примењивала ЦИА. Ерготамин се данас примењује као фармаколошки препарат у лечењу мигрене и алкохолизма [8], док његови деривати имају примену и као инхибитори пролактина, у лечењу Паркинсонове болести као и неких случајева цереброваскуларне инсуфицијенције. На крају приче о LSD-у не може се заобићи његово халуциногено и опуштајуће дејство у малим дозама, док је у већим проблем који ово једињење сврстава у савремене и опасне дроге. Али, како су дозе ипак битне, граница између штетног и корисног често бива злоупотређена [2].

## МИКОТОКСИНИ ДАНАС

Савремена прича о микотоксинима се ту не завршава. У последње време помињу се као фактори болести затвореног простора. Све више у окружењу постоје подлоге које су погодне за раст и развој гљивица, почевши од хране преко намештаја, дрвених подлога, клима уређаја и слично. Услови у којима живимо често постају потенцијални извори обољења. Респираторне инфекције, иритације очију, коже, главобоље, неспецифичне хиперсензибилне реакције само су почетак низа идентификованих обољења непознате етиологије које се доводе у везу управо са микотоксинима. Токсична гљивица, *Stachybotrys* помиње се као најчешће присутна у човековом окружењу [2, 9].

Друга, али не мање битна сфера злоупотребе микотоксина је биотероризам. Сазнања о великој ток-

сичности ових једињења ратну индустрију је са производње класичног оружја преbacило у лабораторије. Афлатоксин, као један од најмоћнијих међу њима, био је на програму ирачких научника 1980. године. Његова могућност селективне употребе против одређених етичких или верских група могла би да доведе чак и до истребљења! Налик афлатоксину, други по реду су трихотецени на које се одмах по контакту јављају реакције организма, док је само неколико милиграма Т-2 токсина летална доза. Могућност њиховог мешања са храном и доступност, микотоксине баца у орбиту веома опасних молекула [2]. Године 1972. у селима Лаоса и Камбоџе, помиње се “жута киша” која је била катастрофална за становништво у подручјима на којима је она пала. Ретки преживели сведоче о авионима који су бацали жути прах што је за последице имало унутрашња крварења, пликове по кожи и слично. Касније се, на основу симптома и дошло до открића да је у питању употреба микотоксина из групе трихотецена, а тадашњи Совјетски Савез био је оптижен за употребу био лошког и хемијског оружја [10]. Међутим, све се свело само на оптуживања без одговорности...

Табела 2. Дозвољене количине појединих микотоксина у храни за људску употребу,  $\mu\text{g}/\text{kg}$

Микотоксин	количина, $\mu\text{g}/\text{kg}$
Афлатоксин	4-15
Охратоксин А	2-10
Патулин	10-50
Деоксиниваленол	200-1750
Зеараленон	20-200
Фумонизини	200-2000

На крају приче о микотоксинима треба рећи да су они саставни део околине, да улазе у ланац исхране још у пољу, на и у биљкама, складиштењем се њихова количина може повећавати и на крају доспевају до крајњег одредишта-организма. Микотоксикозе се тешко доказују, само присуство гљивица и буђи не значи и присуство микотоксина. Са друге стране, гљивице не морају бити присутне, али су микотоксини излучени и њих има. У условима лабораторијских испраживања лако је наћи везу између узрока и последице, да је микотоксин изазвао тровање, канцер, хеморагије. Услови средине и начин живота су склоп разних чинилаца који не могу јасно и да укажу на разлоге, већ су видљиве последице. Чињеница да су микотоксини и те како битни доводе нас до контроле квалитета и спречавања настанка погодне средине за њихово стварање. Хемија, као и медицина још траже њихово место, између корисног и штетног. На нама је да postanемо свесни њиховог неизоставног присуства свуда око нас.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Синовец, З., Ресановић, Р., Синовец, С. Микотоксини, појава, ефекти и превенција, Факултет ветеринарске медицине, Београд, 2006.

- Bennet, J. W., Klich, M. *Clin. Microbiol. Rev.*, **16** (2003), 497.
- Stefanović, V., Tončeva, D., Atanasova, S., Polenaković, M., *Am. J. Nephrol.*, **26** (2006), 1.
- [http://www.fehd.gov.hk/safefood/report/och\\_a2/images/cfs\\_news\\_ras\\_23\\_och.pdf](http://www.fehd.gov.hk/safefood/report/och_a2/images/cfs_news_ras_23_och.pdf)
- COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006, Official Journal of the European Union, L 364/5.
- Riddle, J. M. *Eve's Herbs*, Harvard University Press, 1999.
- Dyck, E. *Can. Biochemists*, **29** (2007), 20.
- Mangini, M. *J. Psihoac. Drugs*, **30** (1998), 381.
- Jarvis, B. B., Miller, D. J. *Appl Microbiol Biotechnol* **66** (2005), 367.
- Meselson, M., Robinson, J. P. *The Yellow Rain Affair: Lessons from a Discredited Allegation*, Stanford University Press, 2008.

## Abstract

### MYCOTOXINS

**Milena KRSTIĆ**, Department of Chemistry, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade

*In memoriam to prof. dr Zlatan Sinovec, 1958-2007*

Mycotoxins are secondary metabolites produced by saprophytic species of fungi. They exert toxigenic activity, including carcinogenicity, immunosuppression, inhibition of protein synthesis, dermal irritation and many other metabolic problems.

Mycotoxins usually enter into the body by ingestion of contaminated food, inhalation of toxigenic spores and direct dermal contact. Molds may be present into substrat without production toxin. When mycotoxins are detected, it is not easy to prove a disease. In any way, mycotoxins are danger to human and animal health. Description of appearance, toxic profiles and chemical structures of main mycotoxins are reviewed.



Иван ГУТМАН, Природно-математички факултет Крагујевац (e-mail: gutman@kg.ac.rs)

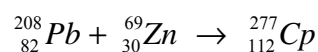
## ЕЛЕМЕНТ 112 ЗОВЕ СЕ КОПЕРНИЦИЈУМ

Елемент редног броја 112, први пут синтетизован још 1996. године, зваће се коперницијум и имаће симбол Ср. Назван је у част Николе Коперника.

### ЕЛЕМЕНТ 112

Елемент редног броја  $Z=112$  синтетизован је још 1996. године; детаљи о томе могу се наћи у чланцима<sup>1,2</sup> објављеним у *Хемијском прегледу*, као и у тамо цитира-ној литератури. У најкраћим цртама, било је то овако.

У немачком граду Дармштату постоји научни институт чије име је (у преводу) "Удружење за истраживање тешких јона". Тамо су били изграђени уређаји за производњу и убрзавање снопова вишеструко наелектрисаних јона тешких елемената (на пример, јона  $Zn^{30+}$ ), којима се бомбардују мете састављене од још тежих елемената. У нуклеарним реакцијама изазваним сударима јонова и мете, настају најтежи (до тада непостојећи) хемијски елементи. На тај начин, у Дармштату су у осамдесетим и деведесетим годинама прошлог века добивени елементи редног броја  $Z=107$ ,  $Z=108$ ,  $Z=109$ ,  $Z=110$ ,  $Z=111$ , да би 9. фебруара 1996. године био добивен и први атом елемента  $Z=112$ . Он је добивен у судару јона цинка-69 са метом од олова-208:



У ствари, у том експерименту детектован је само један једини атом елемента 112, а и он је постојао сам 280 милионитих делова секунде. Експеримент је извела екипа састављена од 21 научника из Финске, Немач-

ке, Русије и Словачке. Руководиоци су били немачки физичари Петер Армбрустер и Зигурд Хофман (Peter Armbruster, Sigurd Hofmann). Две године касније, у руском нуклеарном институту у Дубни добивена су још два атома елемента  $Z=112$ .

### КОПЕРНИЦИЈУМ

Док није добио своје коначно име, одобрено од стране Међународне уније за чисту и примењену хемију (IUPAC), елемент  $Z=112$  се привремено називао *унундијум*. Традиција је да онај ко открије (или, у нашем случају, синтетизује) нови хемијски елемент има право да му одабере и име.

У случају унундијума требало је да протекне више од тринаест година да би IUPAC-ова комисија установила да је он заиста добивен. Нема сумње да је разлог за толику спорост био то што је до сада експериментално доказано постојање само неколико атома тог елемента, који живе краће од хиљадитог дела секунде. Напокон, 11. јуна ове године, IUPAC-ова комисија је донела одлуку да призна откриће унундијума и упути ла писмо Зигурду Хофману са молбом да предложи његово коначно име. [Петер Армбрустер се у вези именовања елемента  $Z=112$  не помиње. Можда зато јер је рођен 1931. и по свему судећи већ дуже време је у пензији.] Хофман је 14. јула ове године предложио да се елемент  $Z=112$  назове *коперницијум* (елглески: copernicium), те да му хемијски симбол буде Ср. Овај предлог ће свакако бити званично прихваћен, мада ће