

UDK 544.54

TƏBİİ POLİTSİKLİK MİKOTOKSİNLƏRİN FOTOLİTİK VƏ RADİOLİTİK DESTRUKSİYASI

X.F.Məmmədov

*Azərbaycan Milli EA-nın Radiasiya Problemləri İnstitutu
AZ 1143 Bakı, F.Ağayev küç.,9; e-mail:nukl@box.az*

Taxıl məhsullarında və qurudulmuş meyvələrdə təbii politsiklik mikotoksinlərin UB-ışığın və ⁶⁰Co ionlaşdırıcı şüalanmasının təsiri ilə destruksiyası kinetikaları və bu ərzaqların «radiolotik detoksikasiyasının» mümkünlüyü ilk dəfə öyrənilmişdir.

Açar sözlər: politsiklik mikotoksinlər, aflatoksinlər, radiolotik detoksikasiya

⁶⁰Co qamma şüalandırıcı mənbələrin ən geniş tətbiq edildiyi sənaye sahəsi tibbi alətlərin və məmulatların sterilizasiyasıdır. Lakin meyvələrin, tərəvəzlərin, taxılın itkisiz saxlanma müddətlərinin artırılması, keyfiyyətlərinin yaxşılaşdırılması, yeyinti sənayesi məhsullarının dezinfeksiyası, dezinseksiyası, pasterizasiyası, sterilizasiyası, konservləşdirilməsi və tullantı sularının təmizlənməsi və dezinfeksiyası üçün də bu mənbələr müvəffəqiyyətlə tətbiq edilir [1].

Tibbi alətlərin və məmulatların, ərzaq məhsullarının sterilizasiyası və tullantı suların təmizlənməsi və dezinfeksiyası üçün tətbiq edilən ⁶⁰Co qamma şüalandırıcı mənbələrinin ümumi aktivliyi 100 MKu-dən artıqdır.

Təbii politsiklik toksinlər öz kanserogen aktivliklərinə görə antropogen ksenobiotiklərdən geri qalmırlar. Bakterial toksinlər ərzaq məhsullarını çirkləndirməklə güclü qida intoksikasiyasına səbəb olur. Təqribən 350 növ mikroskopik kif göbələklərinin sintez etdikləri 300 növ törəmə metabolitlər olan mikotoksinlər (göbək zəhərləri) aşkarlanmışdır. Onlardan əsasən 20 növü daha çox praktiki əhəmiyyət kəsb edir və onlarla çirklənmiş ərzaqlarla qidalandıqda orqanizmdə ən müxtəlif mənfi dəyişikliklər baş verir. Ərzaqları və yemləri zəhərləyən xüsusilə təhlükəli toksiki maddələr olan mikotoksinlərin çox kiçik konsentrasiyaları böyük toksiki effektlə malikdirlər. Mikotoksinlər ərzaq məhsullarının dərin qatlarına nüfuz edə bilirlər. Mikotoksinləri struktur quruluşlarına, zəhərli effektlərinə və onları sintez edən mikroorqanizmlərin növünə görə qruplaşdırırlar [2,3].

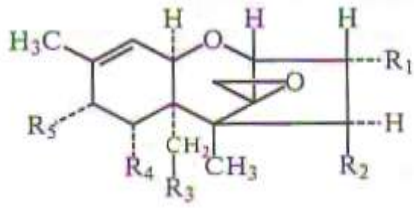
Aflatoksinlər güclü kanserogen xassəli

xüsusilə təhlükəli mikotoksin qrupuna aiddirlər. Aflatoksinləri *Aspergillus flavus* və *Aspergillus parasiticus* göbələklərinin bəzi ştamları sintez edir. Çirklənmiş qida məhsullarının texnoloji emalı və təamlar hazırlanması prosesində yüksək temperaturalarda qızdırılması zamanı aflatoksinlər faktiki parçalanmırlar. Hepatrop zəhər kimi aflatoksinlər birbaşa qaraciyəri hədəfə alırlar. Perspektivdə isə onlar mutagen, teratogen və kanserogen təsir göstərirlər [4-6].

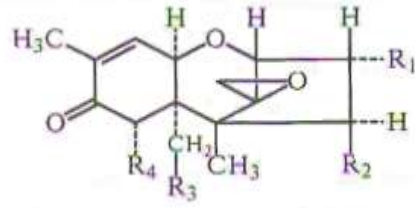
Oxratoksinlər güclü teratogen effektiv politsiklik birləşmələrdir. Oxratoksinləri sintez edən *Aspergillus* və *Penicillium* göbələkləridir. 250-300°C temperaturda qarğıdalı toxumlarında oxratoksin əhəmiyyətli dərəcədə azalmır [7-11].

Fusarium göbələkləri ilk dəfə kiflənmiş qarğıdalıda aşkarlanmışdır. Sonradan bu göbələyin əsasən *F.gramienum* və *F.roseum* ştamlarının Zearalenon mikotoksini sintezinin səbəbkarı olması təyin edilmişdir. Taxıl məhsullarının emalı prosesində bu mikotoksinin miqdarı azalır, 0.03%-li ammonium persulfat və 0.01%-li hidrogen peroksid məhlulları ilə yuduqda taxıl qismən təmizlənir. Neytral və turş mühitlərdə termiki emal prosesində Zearalenon parçalanmır, qələvi mühitdə 100°C temperaturda 60 dəqiqə ərzində qaynatdıqda bu mikotoksinin miqdarının qismən azalması, bəzən yarısının parçalanması müşahidə olunur.

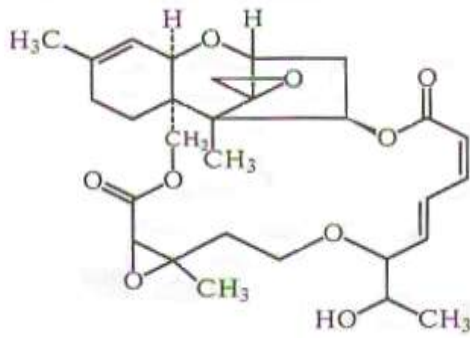
Üçxotesenli mikotoksinlər *Fusarium* göbələklərinin sintez etdikləri çoxsaylı törəmələrdir. Strukturuna görə üçxotesenli mikotoksinlər seskviterpenlərə aiddir. Üçtsikli (üçhəlqəli) üçxotesen və ya üçxotekan nüvəsinin quruluşuna görə A, B, C, D qruplarına ayrılırlar.



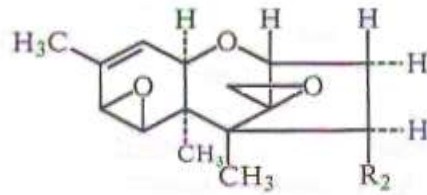
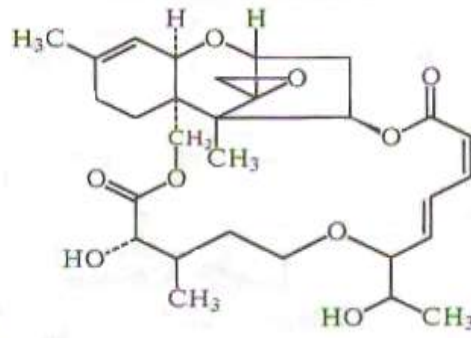
Tip A



Tip B



Tip C



Tip D

Təbii mikotoksinlər qismində əsasən A və B qruplarına aid mikotoksinlər aşkar edilmişdir. Onların radikalları aşağıdakı kimidir:

	R1	R2	R3	R4	R5
A qrupu					
T-2 toksin	H	OCOCH3	OCOCH3	H	
Diasetoksiskirpenol	OH	OCOCH3	OCOCH3	H	OCOCH ₂ CH(CH ₃) ₂
B qrupu					
Nivalenol	OH	OH	OH	OH	OH
Dezoksinivalenol	OH	H	OH	OH	OH

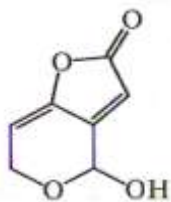
Bu mikotoksinlər bir-çox kənd təsərrüfatı bitkilərinin köklərinin, gövdələrinin, yarpaqlarının, meyvələrinin və toxumlarının çürüməsinə, nəticədə yemlərin və qida məhsullarının yoluxmasına və son nəticədə heyvanlarda və insanlarda toksikozların yaranmasına gətirib çıxarır.

Üçxoteseanlı mikotoksinlər (T2-toksin, DON və s.) stabil politsiklik, suda pis həll olan, kristallik, şəffaf maddələrdir. A tipləri aseton-

da, B tipləri metanolda, etanolda həll olurlar. Flüoresensiyası zəif olan növlərini qızdırmaqla və etanol-sulfat turşusu qarışığı ilə yumaqla rəngli xassəli törəmə şəklinə gətirirlər.

Penicillium mikroskopik göbələklərinin sintez etdikləri xüsusilə təhlükəli mutagen və kanserogen xassələrə malik *Patulin* mikotoksinlərinə məişətdə tez-tez təsadüf olunur və bu mikotoksin insan sağlamlığı üçün böyük təhlükə törədir. *Patulinin* ultrabənövşəyi

sahəsinin 276 nm dalğa uzunluğunda bir udulma maksimumu vardır.



Patulin

Penicillium patulum və *Penicillium expansu* göbələkləri əsas Patulin sintezedici göbələklərdirlər, bəzən *Byssochlamys fulva* və *Byssochlamys nivea* göbələkləri də Patulin sintez edirlər.

Patulin güclü toksikozlar yaratmaqla yanaşı, həm də kanserogen və mutagen effektlərə malikdir. DNT, RNT və zülalların sintezinə mane olmaqla yanaşı, tiol fermentlərinin aktivliyini aşağı salır. Patulin törədiciləri əsasən meyvə və tərəvəzləri yoluxdurur və çürüdür. Bu mikotoksinə həmçinin meyvəçilik məhsullarında təsadüf olunur. Pomidorda bütün həcmdə

bərabər yayılır, almanın isə çürümüş hissəsində yığılıb qalır. Kartof, soğan, turp, badımcın, qırmızı kələm, xardal və balqabaq Patulin törədicilərinə qarşı dözümlüdürlər. *Penicillium citrinum* göbələklərinin saralmış düyüdə sintez etdikləri kristallik maddə – sitrinin, *Penicillium citreo-viride* göbələklərinin sintez etdikləri ağ kristallik maddə – sitreoviridin, *Penicillium islandicum* göbələklərinin düyüdə, buğdada, soyada, püstədə, paxlalarda sintez etdikləri ağ kristallik maddələr – lüteoskirin və sikloxorotin mikotoksinləri bəzən çörəkdə, ət məhsullarında və meyvələrdə də tapılır. Bu mikotoksinlər insanların sağlamlığı üçün təhlükəlidir.

Taxıl məhsullarını və qurudulmuş meyvələri çirkləndirən aromatik və təbii polisiklik birləşmələrin UB-ışığın və ionlaşdırıcı qamma şüalanmanın təsirindən destruksiyası mümkünlüyünün, yəni polisiklik mikotoksinlərlə çirklənmiş taxıl məhsullarının, meyvə qurularının fotolitik və radiolitik detoksikasiyasının öyrənilməsi bu tədqiqat işində qarşıya əsas məqsəd kimi qoyulmuşdur.

METODİKİ HİSSƏ

Təcrübələrdə istifadə edilmiş reaktivlərin, analiz edilən aromatik və polisiklik birləşmələrin identifikasiyası və miqdarlarının təyini Yaponiyada istehsal edilmiş Shimadzu markalı LC-10AVP maye xromatoqrafı, GCMS-QP 2010 xromatomass-spektrometr, GC-2010 qaz xromatoqrafından başqa, həm də R-BİOPHARM və TEKNOPOL beynəlxalq şirkətləri tərəfindən istehsal edilmiş İmmunferment Analiz (İFA) sistemləri vasitəsilə aparıldı. İFA sistemləri Oxratoksin üçün 0-40 mq/kq (YVH=10 mq/kq, LD₅₀ = 3.4 mq/kq), Aflatoksin M₁ üçün 0-2 mq/kq (YVH=0.5 mq/kq), digər aflatoksinlər üçün (B₁, B₂, G₁, G₂ və s.) 0-50 mq/kq (YVH=5 mq/kq, ümumi aflatoksinlər üçün LD₅₀=7.8 mq/kq), Zearalenon üçün 0-4000 mq/kq (YVH=1000 mq/kq, LD₅₀ = 10000 mq/kq) intervalında konsentrasiyaları təyin etməyə imkan verir.

Mikroorqanizmlərin növləri və miqdarı müxtəlif bakteriya və göbələk nümunələrinin təyini üçün RABIT (Rapid Automated Bacterial Impedance Technique) cihazında (Böyük Britaniya), HiMedia (Hindistan) və Condalab

(İspaniya) beynəlxalq şirkətlərinin xüsusi mikrobioloji mühitlərində təyin edildilər.

Toksinyaradıcı patogen bakteriyalara və göbələklərə yoluxmuş müxtəlif ərzaq məhsullarının UB-ışıqla şüalandırılması üçün ZAO "Zavod EMA" (Yekaterinburq şəhəri) tərəfindən istehsal edilmiş OBPe-450 bakterisid şüalandırıcılarından istifadə edildi. Bu şüalandırıcıların ümumi bakterisid seli 60 Vt, 1 metr məsafədə şüalanma intensivliyi 3.6 Vt/m² təşkil edir.

Təcrübələrin aparılması üçün OBPe-450 bakterisid şüalandırıcı piştaxta səthində sıx monolay şəklində yayılmış taxıl məhsullarının və meyvə qurularının səthinə paralel 1 metr yuxarıda üfqi vəziyyətdə bərkidilir. Şüalanma zamanı işçi otaq tam boşaldılır. Zəruri hallarda otağa daxil olduqda xüsusi eynələrdən istifadə edilir. Şüalanma zamanı şüalandırılan obyektlər bir neçə dəfə qarışdırılır. Lampa 1 metr məsafədə 3.6 Vt/m²=3.6 Coul/(m²·s) şüalanma intensivliyi yaradır. 1 Vt/m²=6.241·10¹⁸ eV/(m²·s)= 1 Coul/(m²·s). 3000 sm² səthdə lay şəklində sıx yayılmış 1 kq taxılda, meyvə qurusunda 10 dəqiqə ərzində 650 C, 20 dəqiqə ərzində 1300 C,

30 dəqiqə ərzində 2000 C, 40 dəqiqə ərzində isə 2600 C ümumi ultrabənövşəyi şüalanma enerjisi udulur.

Orta hesabla səthi 300 sm² sahəni əhatə edən 1 kq çəkidə toyuq əti kütləsində 30 dəqiqə ərzində 200 C ümumi UB-ışıq enerjisi udulur.

RXUND-20000 ⁶⁰Co qamma şüalandırıcı mənbəyindən şüalandırılan obyektlərdə udulan

doza gücü 0.01024 Gy/s, K-25 ⁶⁰Co stasionar güclü qamma şüalandırıcı qurğudan şüalandırılan obyektlərdə udulan doza gücü 0.34 Gy/s təşkil edir. Bu qurğularda tədqiq edilən obyektlər 10 Gy, 25 Gy, 100 Gy, 1 kGy, 2.5 kGy, 10 kGy və 25 kGy şüalandırıldılar.

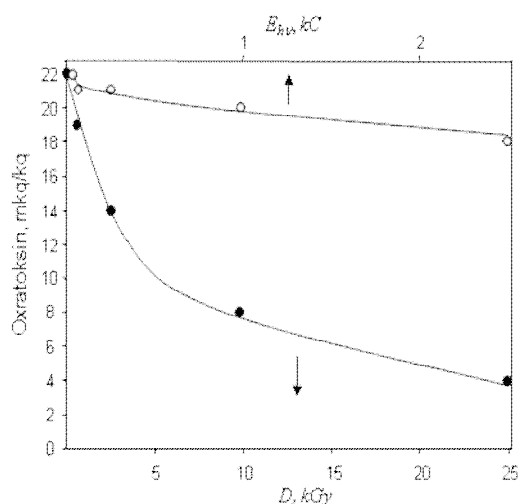
NƏTİCƏLƏRİN MÜZAKİRƏSİ

2007-2010-cu illər ərzində apardığımız monitorinqlər nəticəsində Respublika ərazisində fəaliyyət göstərən ticarət şəbəkəsində mikotoksinlərlə çirklənmiş çoxsaylı taxıl məhsulları, qurudulmuş meyvələr və ərzaq nümunələri aşkar edilmişdir.

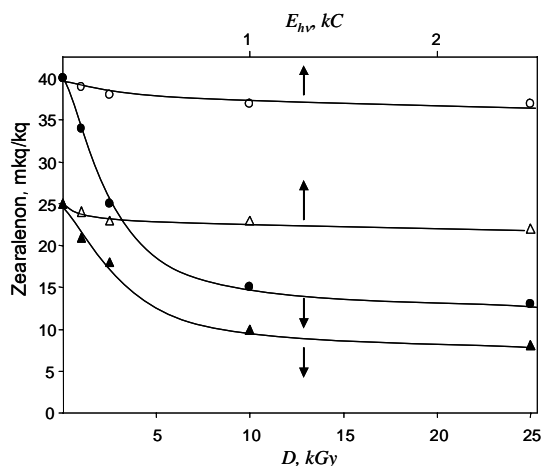
Aparılmış monitorinqlər nəticəsində 4 qrup ərzaqlar aşkarlandı:

- tərkiblərində mikotoksinlər olmayan və mikroorqanizmlərlə yoluxmamış təmiz ərzaqlar;
- müxtəlif mikroorqanizmlərlə yoluxmuş və tərkiblərində mikotoksinlər olmayan ərzaqlar (yeni yoluxma əlaməti);
- müxtəlif mikroorqanizmlərlə yoluxmuş və tərkiblərində mikotoksinlər olan ərzaqlar (çoxdan yoluxma əlaməti);
- tərkiblərində mikotoksinlər olan, lakin mikroorqanizmlər olmayan ərzaqlar (mikotoksinləri sintez etdikdən sonra emal prosesində və ya kəskin istiləşmə nəticəsində olmuş mikroorqanizmlərin tam ölməsi əlaməti);

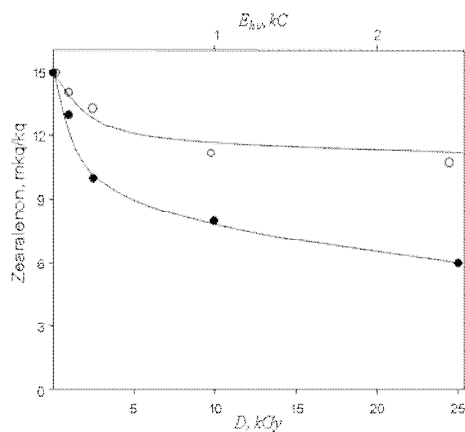
Son iki qrupa aid olan ərzaqlardan E_c -bağirsaq çöplərinə, *Staphylococcus epidermidis* bakteriyalarına və *Aspergillus flavus* göbələklərinə yoluxmuş içəli təmizlənmiş toyuq əti kütləsini (1 kq kütləsinin üst səthi təqribən 300 sm² təşkil edir), Oxratoksin ilə çirklənmiş qarabaşaq, qurudulmuş ənciri, kişmiş, qaysını, Oxratoksin və Zearalenonla çirklənmiş buğda dənələri və qranulaşəkili qarışıq mal yemini (1 kq miqdarlarının monolay şəklində üst səthi 3000 sm²) 1 kGy, 2,5 kGy, 10 kGy və 25 kGy dozalarla ⁶⁰Co ionlaşdırıcı qamma şüaları ilə və müvafiq olaraq 90 və 240 saniyə, həmçinin 15 və 40 dəqiqə ekspozisiyaları ilə UB-ışıqla şüalandırdıq. Qeyd olunmuş ərzaqların tərkiblərindəki mikotoksinlərin miqdarlarının udulan UB və ⁶⁰Co ionlaşdırıcı şüalanma ekspozisiyalarından asılılıq qrafikləri aşağıda göstərilmişdir.



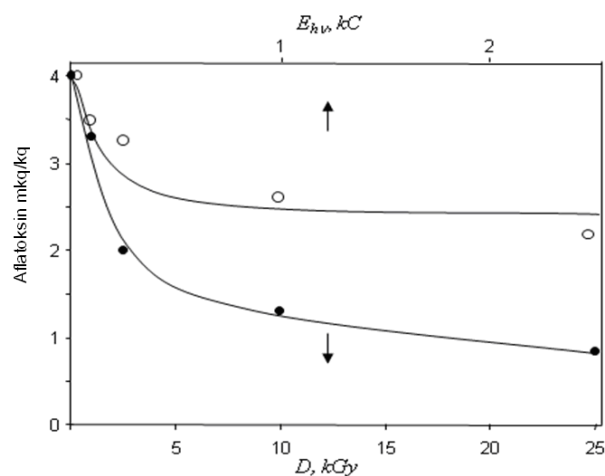
Şəkil 1. *Penisillium* göbələklərinə yoluxmuş qarabaşaqdakı Oxratoksin polisiklik zəhərli birləşmələrinin udulan UB-ışıq (o) və ⁶⁰Co ionlaşdırıcı şüalanma (●) ekspozisiyalarından asılılıq qrafikləri.



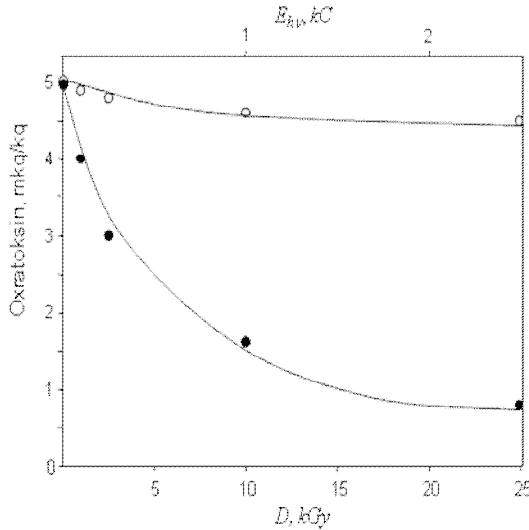
Şəkil 2. *Fusarium* göbələklərinə yoluxmuş qara uzun düyüdəki və qarışıq qara, ağ, qəhvəyi rəngli yumru düyüdəki Zearalenon polisiklik zəhərli birləşməsinin udulan UB-ışığı (○, △) və ⁶⁰Co ionlaşdırıcı şüalanma (●, ▲) ekspozisiyalarından asılılıq qrafikləri.



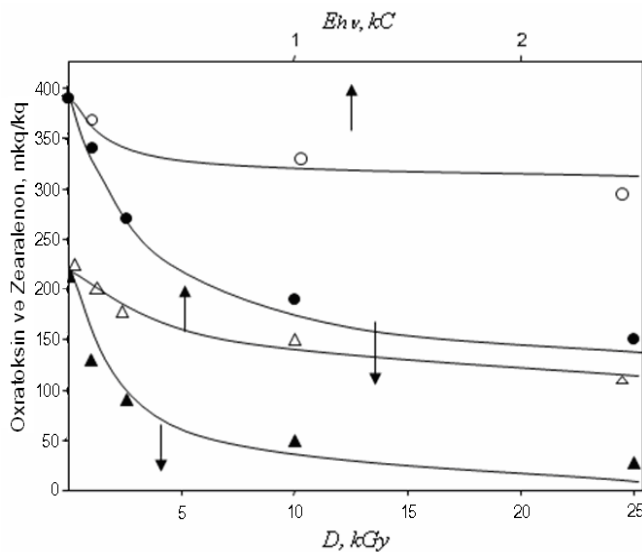
Şəkil 3. *Fusarium* göbələklərinə yoluxmuş ağ uzun düyüdəki Zearalenon polisiklik zəhərli birləşməsinin udulan UB-ışığı (○, ρ) və ⁶⁰Co ionlaşdırıcı şüalanma (●) ekspozisiyalarından asılılıq qrafikləri.



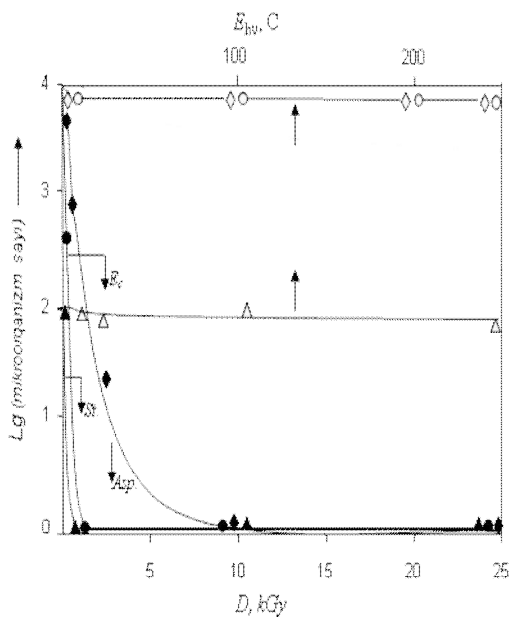
Şəkil 4. *Aspergillus flavus* göbələklərinə yoluxmuş ağ undakı Aflatoksin polisiklik zəhərli birləşməsinin udulan UB-ışığı (○) və ⁶⁰Co ionlaşdırıcı şüalanma (●) ekspozisiyalarından asılılıq qrafikləri.



Şəkil 5. *Penisillium* göbələklərinə yoluxmuş qurudulmuş əncir, kişmiş və qaysı qarışığındakı Oxratoksin mikotoksininin udulan UB-ışığı (○) və ^{60}Co ionlaşdırıcı şüalanma (●) ekspozisiyalarından asılılıq qrafikləri.



Şəkil 6. *Fusarium* və *Penisillium* göbələklərinə yoluxmuş buğdada və qranula-şəkilli qarışıq mal yemindəki Zearalenon və Oxratoksin polisiklikzəhərli birləşmələrinin udulan UB-ışığı (○, Δ) və ^{60}Co ionlaşdırıcı şüalanma (●, ▲) ekspozisiyalarından asılılıq qrafikləri.



Şəkil 7. *Staphylacoccus epidermidis*, E_c -bakteriyalarına və *Aspergillus flavus* göbələklərinə yoluxmuş içəlatı təmizlənmiş kənd toyuğunun 1 qramındakı mikroorqanizmlərin sayının müvafiq olaraq UB (○- E_c , ◇ - *Asp. fl.*, *Staphylac. epid.*- Δ) və qamma şüalanma (● - E_c , ◆ - *Asp.fl.*, *Staphylac. epid.*- ▲) ekspozisiyasından asılılıq qrafikləri.

Mikotoksinlərin azalma kinetikalarından görüldüyü kimi, onların destruksiyasının radiasiya-kimyəvi çıxışları çox kiçikdir ($\sim(10^{-4}-10^{-5})/100$ eV), yəni bu təbii polisiklik toksinlər sabit molekulyar quruluşlu birləşmələr üçün xarakterik xassələrə malikdirlər. ^{60}Co ionlaşdırıcı qamma şüalanmasının 2.5-25 kGy udulan dozası təbii polisiklik zəhərli birləşmələrlə çirklənmiş taxıl məhsullarında, qurudulmuş meyvələrdə bu mikotoksinlərin miqdarını insan sağlamlığı üçün təhlükəsiz yol verilən həddən (YVH) aşağı konsentrasiyalardak azaldır. Kompleks fiziki-kimyəvi analizlərin nəticələri bu proses zamanı şüalandırılan taxıl məhsullarında, qurudulmuş meyvələrdə digər ziyanlı birləşmələrin yaranmadığını, mənfi keyfiyyət dəyişikliklərinin baş vermədiyini göstərir.

Mövcud detoksikasiya üsulları (mexaniki, kimyəvi və fiziki (termiki)) çoxsaylı çatışmazlıqlarla xarakterizə olunur.

Aparılmış tədqiqatların nəticələri taxıl məhsulları və qurudulmuş meyvələr üçün fotolitik detoksikasiyanın az effektiv olmasını göstərdi. Lakin, fotolitik detoksikasiya üsulunun mexaniki, kimyəvi və fiziki (termiki)

detoksikasiya üsulları ilə paralel tətbiq edilə bilməsi imkanı, hər üç üsulun effektivliyini qismən artırır.

«Radiolitik detoksikasiya» üsulu isə mövcud detoksikasiya metodlarından (mexanik, kimyəvi və fiziki (termiki) detoksikasiya) bütün göstəricilərinə görə üstündür və effektivdir. Bu üsulla detoksikasiya üçün fiziki (termiki) detoksikasiya ilə müqayisədə az enerji sərfiyyatı tələb olunur, qablaşdırılmış halda obyektlərin şüalandırılması mümkündür və bu halda taxıl məhsullarının və qurudulmuş meyvələrin uzun müddət saxlanması mümkün olur. Udulan ionlaşdırıcı şüalanma dozası ilə prosesi nizamlamaq olur və bu səbəbdən prosesin avtomatlaşdırılması mümkündür. «Radiolitik detoksikasiya» prosesi zamanı şüalandırılan taxıl məhsulları və qurudulmuş meyvələrdə digər ziyanlı birləşmələr yaranması müşahidə olunmur və mənfi keyfiyyət dəyişiklikləri baş vermir.

Mikroorqanizmlərlə yoluxmuş ərzaqların (içalatı təmizlənmiş toyuq ətinin, qurudulmuş meyvələrin) və taxıl məhsullarının «radiolitik detoksikasiyası» aparıldıqda, onlar eyni zamanda tam sterilizasiya olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Пикаев А.К. Современное состояние радиационной технологии. // Успехи химии. 1995. № 64(6). С. 609-640.
2. Koller U.. Aus dem Giftarsenal der Natur. //Mensch+Umwelt. 2000. Bd.14. S.5-12.
3. Билай В.И., Пидопличко Н.М. Токсикообразующие микроскопические грибы. Киев. 1970. С.87.
4. Фрумкин М.Л., Ковальская Л.П., Гельфанд С.Ю. Технологические основы радиационной обработки пищевых продуктов. Изд-во «Пищевая промышленность».1973. 408с.
5. Широков Е.П., Полегаев В.И. Хранение и переработка плодов и овощей. М.:Агропромиздат.1989.302с.
6. Радиационная химия основных компонентов пищевых продуктов / под ред. П.С. Элиаса, А.Дж. Кохена: Пер. с англ. М.: Легкая и пищевая пром-сть. 1983. 224с.
7. Авдохин В.П., Ягунова Н.Г., Терешкова З.В. Ионизирующая радиация в обработке пищевых продуктов. // Гражданская оборона.1989.№7.С.51-54.
8. Sawau T., Shimokawa T., Shinozaki Y. The radiolytic-chain dechlorination of polychlorinated byphenyls in alkaline 2-propanol solutions. // Bulletin of the chemical society of Japan.1974.V.47(8).P.1889-1893.
9. Милинчук В.К., Клишпонт Э.Р., Тупиков В.И. Основы радиационной стойкости органических материалов. М.:Энергоатомиздат.1994. 256с.
10. Лебедева Н.Е., Горбатова Е.Н., Головкина Т.В. и др. Метод скрининга веществ, действующих в сверхмалых концентрациях. // Радиационная биология. Радиоэкология. 2003.Т.43.№3.С.282-286.
- 11.Куликовский В.И. Обезвреживание ксенобиотиков. //Соросовский образовательный журнал. 1999. №1.С.8-12.

**ФОТОЛИТИЧЕСКАЯ И РАДИОЛИТИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ
ПРИРОДНЫХ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ МИКОТОКСИНОВ**

X.Ф.Мамедов

Впервые изучена кинетика деструкции природных полициклических микотоксинов в зернах и сушеных фруктах под воздействием УФ-света и ионизирующего излучения ^{60}Co и возможность «радиолитической детоксикации» этих продуктов.

Ключевые слова: полициклические микотоксины, афлотоксины, радиолитическая детоксикация

**PHOTOLYTIC AND RADIOLYTIC DESTRUCTION
OF NATURAL POLYCYCLIC MYCOTOXINS**

Kh.F.Mammadov

The kinetics of degradation of natural polycyclic toxins in grains and dried fruits under the influence of UV-light and ionizing radiation of ^{60}Co and the probability of “radiolytic detoxication” of these products has been studied for the first time.

Keywords: polycyclic mycotoxins, aflatoxins, radiolytic detoxication

Redaksiyaya daxil olub 12.01.2011.