

ХІМІЧНІ НАУКИ

УДК 544.54

DOI: 10.15587/2313-8416.2014.29402

РАДИОЛИТИЧЕСКОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ТОКСИНОВ В ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТАХ И ВОДНЫХ РАСТВОРАХ© **Х. Ф. Мамедов**

*Изучены кинетические закономерности радиолитического превращения природных токсинов в их кислородсодержащих водных растворах. Подробно описаны механизмы этих процессов. Определены условия, развивающие цепные реакции, оптимальные параметры обезвреживания загрязненных зерен, фруктов и гранулированных комбикормов. Скорость процесса радиолитического превращения природных токсинов повышается пропорционально росту концентрации кислорода в водных растворах и влажности зерен, фруктов и комбикормов (количество растворенного кислорода в "свободной" воде продукта).
Ключевые слова: ионизирующее излучение, водные растворы природных токсинов, влажность зерен.*

*The kinetic regularities of radiolytic transformation of natural toxins in their oxygen-containing water solutions are studied. Mechanisms of these processes are described in detail. Conditions developing the chain reactions, optimum parameters of detoxification of **cereals, fruits and granulated forages** are determined. The speed of radiolytic transformations of natural toxins increases with increasing of concentration of oxygen in water solutions and humidity in **cereals, fruits and forages** (amount of the dissolved oxygen in "free" water of a growing product).
Keywords: ionizing radiation, water solutions of natural toxins, humidity of cereals.*

1. Введение

К токсичным ксенобиотикам относятся неорганические и органические соединения (нитриты, цианиды, соли тяжелых металлов, фенолы, полициклические ароматические углеводороды, пестициды, инсектициды, фунгициды, дефолианты). К загрязнителям сырья пищевой промышленности, помимо этих веществ относятся и природные токсины, синтезируемые патогенными бактериями и микроскопическими грибами [1–5].

Загрязнение продуктов природными токсинами, представляют реальную угрозу для здоровья человека и его генофонда. Выявление природных токсинов в объектах окружающей среды и в продуктах пищевой промышленности, разработка методов эффективной очистки этих продуктов имеют большое значение в решении актуальных проблем экологической и продовольственной безопасности [1, 2, 6, 7]. С целью изучения высокоэффективного цепного радиолитического обезвреживания загрязненных растительных продуктов, помимо систематических исследований кинетических закономерностей процессов протекающих в этих или подобных системах, необходимо детальное описание и уточнение термодинамических характеристик элементарных стадий радиолиза этих систем.

2. Анализ литературных данных

В процессе жизнедеятельности, микроскопические грибы используют питательные вещества пораженного ими урожая, продуцируют в растениях и их плодах природные яды. Поражение растений микроскопическими грибами происходит в период

созревания, при неблагоприятных метеорологических условиях и поздней уборке урожая и при неправильном хранении [1–3, 8]. Прозимовавшие под снегом, сохраненные без предварительной сушки в непрветриваемых, влажных помещениях и пораженные микроскопическими грибами зерна, как правило, загрязняются природными токсинами. Причиняемый различными видами микроскопических грибов, продуцирующие токсины и загрязняющие урожай, экономический ущерб, в результате потерь урожая, по оценкам Продовольственной и Сельскохозяйственной Организацией ООН, достигает 16 млрд. долларов США [1–3, 6, 7, 9].

Бактерии *Staphylococcus aureus* не погибают кипячением при температуре 150°C даже в течение 1 часа. По этой причине, употребление в пищу не прокипяченного молока и молочных продуктов, не полностью прожаренного мяса может стать причиной тяжелых отравлений среди детей, беременных женщин, пожилых и больных людей. Термообработкой уничтожаются бактерии и микроскопические грибы. Однако при этом снижение количества токсинов не наблюдаются [1–7, 10, 11].

Традиционными методами обезвреживания сырья и пищевых продуктов, пораженных микроорганизмами и загрязненными природными токсинами, являются механическая обработка (выделение покрытых плесенью и испорченных частей урожая и выброс этих фракций), физическая обработка, химическая обработка (хлор, перекись водорода, нитриты, окись этилена, серный ангидрид, препараты для дезинфекции и дезинсекции), обработка

ультразвуком, УФ и рентгеновским излучениями. При длительной тепловой обработке (60 минут) зерновых продуктов в щелочной среде, а также при промывании растворами 0,03 %-го персульфата аммония и 0,01 %-го перекиси водорода зерно частично очищается (разрушается 50 % зеараленона) [1–3, 6, 7, 10].

Удаление участков продукта покрытые плесенью, иногда не является достаточным, т. к. токсины могут проникать в более глубокие слои продуктов. Повторное кипячение часто не помогает. Очень низкая концентрация природного яда, загрязняющая пищевые продукты, обладает большим токсическим эффектом [2, 5, 12].

Наряду с неэффективностью механической, физической (термическая обработка), и химической (влияние на загрязнённые субстраты окислителями) очистки продуктов от природных токсинов, эти процессы оказывают отрицательное влияние на составные и качественные показатели пищевых продуктов [4, 8, 10, 12–14].

Поэтому, является актуальным изучение радиолитического разложения природных токсинов в водных растворах и растительных продуктах с целью разработки высокоэффективных способов обезвреживания загрязнённых природными токсинами продуктов растениеводства.

3. Методика экспериментов

Качественное и количественное определение исходных и конечных компонентов в облучаемых

водных растворах и анализ экстрактов анализируемых комбикормов проводили с использованием ЖХ, ГХ, МС, ЖХ-МС, ИФА (LC-10AVP, GCMS-QP 2010, GC-2010 системы фирмы Шимадзу, ИФА-анализаторы фирм R-Biopharm и Teknopol) [1–3, 6, 7, 15]. Мощность дозы от источника ^{60}Co , радиационно-химической установки составляла 0,33 Гр/с [1–3, 6, 7].

4. Обсуждение результатов

В данной работе рассмотрен процесс радиолитического превращения загрязнённых природных токсинов растительных продуктов, предложен механизм радиолитического процесса превращения природных токсинов в кислородсодержащих водных растворах.

В табл. 1 показаны зависимости степеней разложения природных токсинов от величины поглощенной дозы ионизирующего излучения для различных загрязнённых растительных продуктов.

Значения радиационно-химических выходов деструкции природных токсинов сравнительно низкие и варьируются в интервале $(10^{-2}-10^{-5})/100\text{ЭВ}$, в зависимости от концентрации токсинов в продуктах. Этот низкий показатель радиационно-химического выхода и большая устойчивость токсинов к действию внешних инициаторов объясняется тем, что эти соединения являются стабильными химическими соединениями.

Таблица 1

Радиолитическое разложение природных токсинов в зернах, плодах жиросодержащих растений, сушеных и кислых фруктах и в водных растворах этих токсинов

| Поглощенная энергия ионизирующего излучения ^{60}Co , кГр | 0 | 1 | 2,5 | 10 | 25 |
|--|------|------|------|------|----|
| Охратоксин в пшенице, мг/кг | 0,23 | 0,13 | 0,09 | 0,02 | 0 |
| Охратоксин в водном растворе, мг/кг | 0,23 | 0,10 | 0,05 | 0 | 0 |
| Зеараленон в пшенице, мг/кг | 0,40 | 0,32 | 0,20 | 0,05 | 0 |
| Зеараленон в водном растворе, мг/кг | 0,40 | 0,30 | 0,17 | 0 | 0 |
| Охратоксин в гречке, мкг/кг | 22,0 | 11,0 | 4,6 | 0 | 0 |
| Охратоксин в водном растворе, мкг/кг | 22,0 | 10,2 | 3,5 | 0 | 0 |
| Зеараленон в рисе, мкг/кг | 15 | 10 | 6 | 2 | 0 |
| Зеараленон в водном растворе, мкг/кг | 15 | 7 | 3 | 0 | 0 |
| ДОН-токсин в сое, мг/кг | 0,20 | 0,11 | 0,07 | 0,02 | 0 |
| ДОН-токсин в водном растворе, мг/кг | 0,20 | 0,10 | 0,04 | 0 | 0 |
| Афлатоксин в орехах, мкг/кг | 15,0 | 9,0 | 6,0 | 2,5 | 0 |
| Афлатоксин в водном растворе, мкг/кг | 15,0 | 8,0 | 4,7 | 0 | 0 |
| Зеараленон в орехах, мкг/кг | 45 | 25 | 12 | 3 | 0 |
| Зеараленон в водном растворе, мкг/кг | 45 | 22 | 9 | 0 | 0 |
| Охратоксин в сушеных фруктах, мкг/кг | 5,0 | 2,0 | 0,8 | 0 | 0 |
| Охратоксин в водном растворе, мкг/кг | 5,0 | 1,7 | 0,5 | 0 | 0 |
| Патулин в кислой яблоке, мкг/кг | 20 | 13 | 8 | 2,9 | 0 |
| Патулин в водном растворе, мкг/кг | 20 | 10 | 5 | 1,2 | 0 |

Несмотря на сравнительно низкие значения радиационно-химического выхода, поглощенная в исследуемых продуктах доза ионизирующего гамма излучения ^{60}Co , равная 10 кГр приводит к уменьшению концентрации природных токсинов до значений ниже их предельно допустимых концентраций [1–3, 6, 7].

Поглощенные дозы 10 кГр и ниже не приводят к каким-либо отрицательным изменениям в исследуемых

продуктах, в их органолептических и физико-химических свойствах. Органолептические и потребительские свойства продуктов, загрязнённых природными токсинами, после «радиолитического обезвреживания» не ухудшаются.

Изложенные в табл. 2 результаты показывают, что по мере увеличения влажности облучаемых загрязнённых растительных продуктов, а также с

увеличением концентрации кислорода в водных растворах увеличивается скорость радиолитического превращения.

Процесс радиолитического превращения водных растворов природных токсинов является более сложным и многоступенчатым процессом. При радиолитическом превращении этих растворов, помимо образования ион, электронных пар и разрыва Н-С, -С-С- связей в природных токсинах, молекулы воды также разлагаются на электронно-ионные пары, на атомы водорода, кислорода,

гидроксильные группы, а также протекают реакции этих частиц с растворенным кислородом.

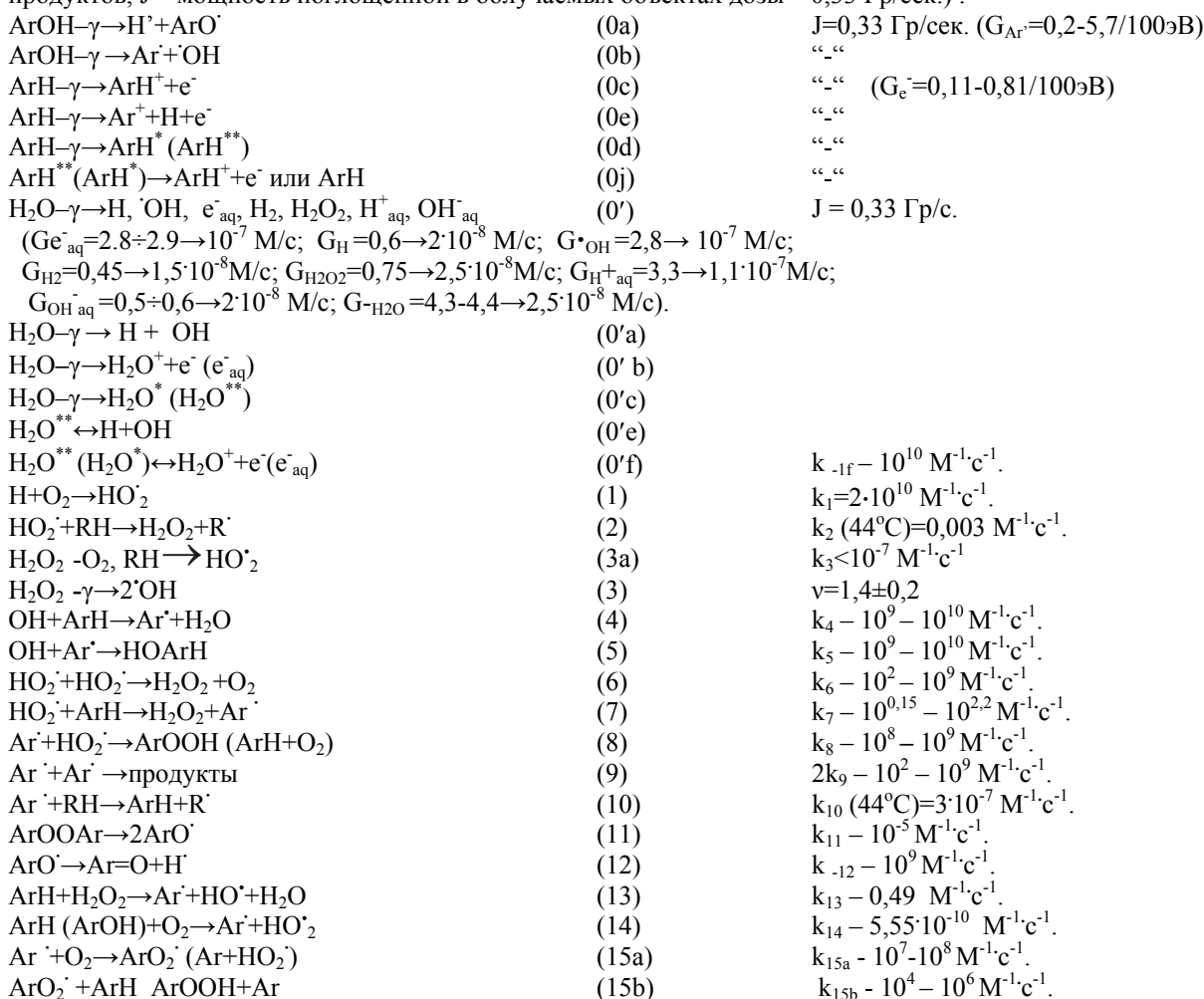
Изучением кинетических закономерностей радиолитического превращения природных токсинов в загрязненных ими комбикормах, зернах и других продуктах, а также в их кислородсодержащих водных растворах, детального изучения элементарных реакций процессов впервые предложены наиболее детально изложенные и достаточно точно описывающие экспериментальные результаты механизмы радиолитического превращений природных токсинов.

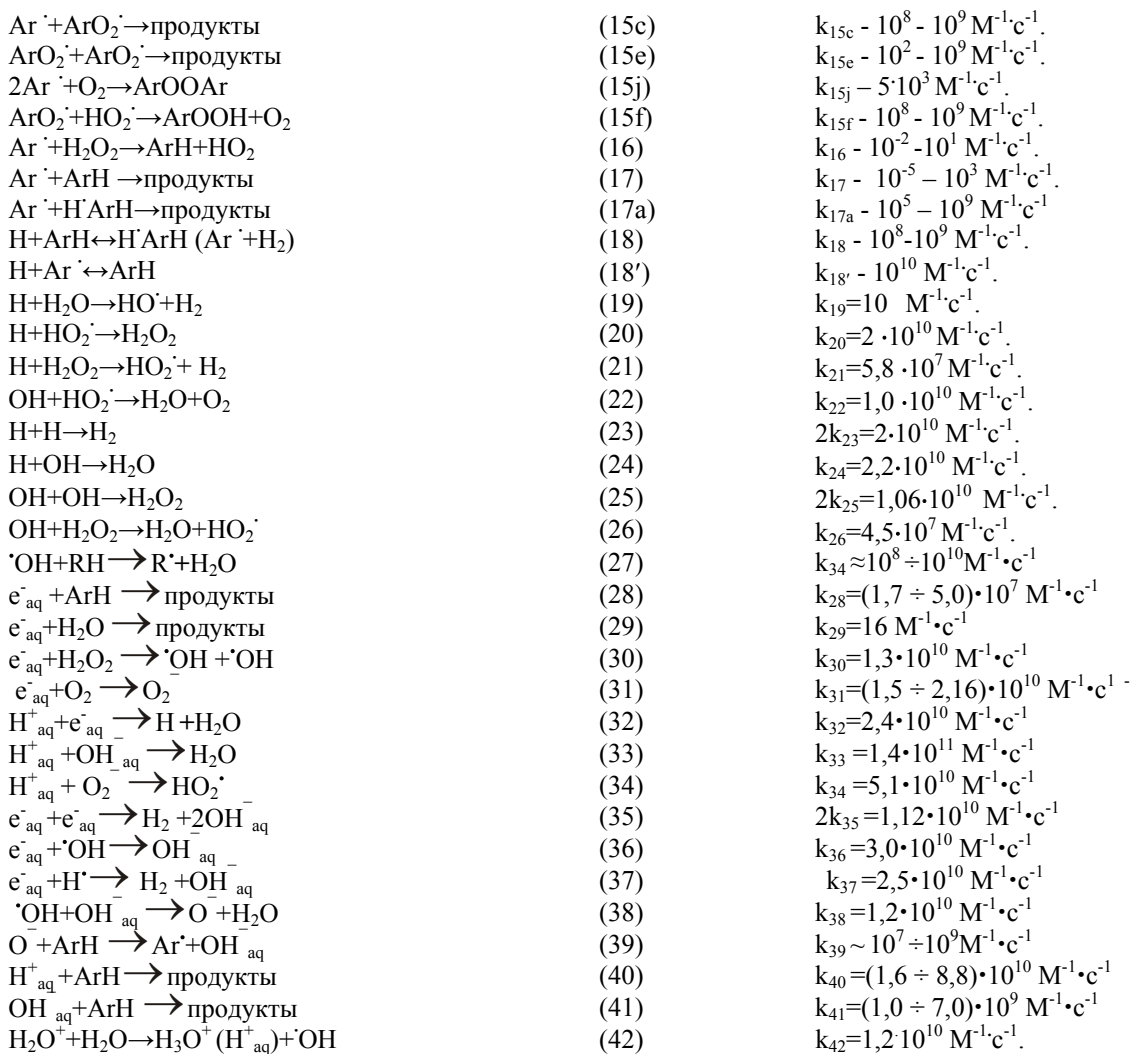
Таблица 2

Радиационно-химический выход разложения афлатоксина в гранулированном комбикорме, пшенице и водных растворах

| Влажность комбикорма, загрязненный афлатоксином (15 мкг/кг) | 4 % | 5 % | 6 % | 20 % | 25 % | 26 % | 100 % водный раствор афлатоксина (15 мкг/л) |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---|
| Радиационно-химический выход разложения афлатоксина, (молек./100эВ) | $0,8 \cdot 10^{-4}$ | $0,8 \cdot 10^{-4}$ | $0,9 \cdot 10^{-4}$ | $1,1 \cdot 10^{-4}$ | $1,2 \cdot 10^{-4}$ | $1,2 \cdot 10^{-4}$ | $1,6 \cdot 10^{-4}$ ($3 \cdot 10^{-4}$ при барботаже воздухом) |
| Влажность пшеницы, загрязненный афлатоксином (28 мкг/кг) | 4 % | 5 % | 6 % | 20 % | 25 % | 26 % | 100% водный раствор афлатоксина (28 мкг/л) |
| Радиационно-химический выход разложения афлатоксина | $2,2 \cdot 10^{-4}$ | $2,2 \cdot 10^{-4}$ | $3,0 \cdot 10^{-4}$ | $4,0 \cdot 10^{-4}$ | $4,2 \cdot 10^{-4}$ | $4,3 \cdot 10^{-4}$ | $5,3 \cdot 10^{-4}$ ($8,5 \cdot 10^{-4}$ при барботаже воздухом) |

Радиолитическое превращение водных растворов природных токсинов отображается множеством элементарных реакций (ArOH – природные токсины микроскопических грибов, RH – макромолекулы органической матрицы растительных продуктов, J – мощность поглощенной в облучаемых объектах дозы – 0,33 Гр/сек.) :





Из механизма радиолитического разложения водных растворов природных токсинов ясно видно, что сравнительно высокие скорости деструкции токсинов определяются реакциями атомов и радикалов, а также электронов и ионов, образованные при радиолитическом разложении молекул токсинов и воды, а также в основном их реакциями с растворенным кислородом. Поэтому радиолитическое разложение водных растворов токсинов характеризуется более высокой скоростью и высоким радиационно-химическим выходом по сравнению с их радиолитическим превращением в сухих зернах.

В растительных продуктах, зернах и фруктах, содержащих водные кластеры и определенное количество влаги, процесс радиолитического превращения токсинов регулируется не только реакциями (9), (17a), (17) и (18), а также в определенной мере всеми остальными реакциями вышеуказанного механизма.

При всех экспериментах радиационно-химические выходы радиолитического превращения природных токсинов в водных растворах в 2–3,4 раза, в барботируемом воздухом (600 мл/мин) водных растворах природных токсинов в 3,8–5,6 раза (в зависимости от концентрации и вида природного токсина) выше, чем значения радиационно-химического выхода разложения токсинов в полностью высушенных растительных продуктах. При облучении ионизирующим излучением ^{60}Co , скорости разложения

природных токсинов в их водных растворах в 2,2–2,6 раз растут при барботировании воздухом. Полученные результаты свидетельствуют о цепном характере радиолитического разложения природных токсинов в их водных растворах насыщенных воздухом.

Природные токсины являются термически стабильными соединениями. Поэтому, все традиционные методы обезвреживания токсинов являются неэффективными процессами. Большие степени превращения облученных ионизирующими лучами природных токсинов, цепной характер процесса разложения природных токсинов как в насыщенных воздухом водных растворах, так и во всем объеме загрязненных природными токсинами влажных растительных продуктов, делают процесс радиолитического обезвреживания один из самых высокоэффективных способов очистки загрязненных природными токсинами растительных продуктов.

Константы скорости реакции (3a), (11) весьма низкие, скорость реакции (3) определяется мощностью поглощенной дозы ионизирующего излучения и реакциями (13), (14) характеризуются большими значениями энергии активации, то эти реакции при температурах проведения экспериментов фактически не могут привести к разветвлению цепного процесса. Константы скоростей и общие скорости реакций (39) и (42) достаточно высокие, т.е. в начальных стадиях

радиолиза в кислородсодержащих водных растворах эти реакции могут инициировать разветвление цепи.

При γ -облучении кислородсодержащих водных растворов токсинов и загрязненных токсинами влажных растительных продуктов, доля элементарных реакций разветвления цепи в общем процессе превращения токсинов существенна. Все активные центры, образованные в реакциях разветвления цепи направлены на образование макрорадикалов токсина, его перекисей, которые присоединяют к себе атомы водорода и сравнительно медленно (10^2 - 10^3 раз медленнее, чем реакция 18') соединяются с другими макрорадикалами. Таким образом, продуктами превращения природных токсинов в кислородсодержащих растворах являются их перекиси и продукты их взаимной рекомбинации, в основном соединенные кислородным мостиком.

Из-за малой подвижности молекул токсинов и адсорбированного в «связанной влаге» молекулярного кислорода, в растительных продуктах, общая скорость радиолитического процесса частично снижается («затормаживается»). Но, макромоллекулы органической матрицы растительного продукта при этом активно включаются в цепной процесс протекания реакции посредством реакций (2), (10) и (27), которые характеризуются большими скоростями. Перекисные радикалы природных токсинов в присутствии влажных растительных продуктов присоединяются, не к другим радикалам токсинов, а к макрорадикалам органической матрицы растительного продукта.

При поступлении в организм против токсинов образуются антитоксины (АТ). В реакциях природных токсинов обладающих антигенными (АГ) свойствами, образуются малоактивные АТ...АГ комплексы. Однако, этот механизм может обеспечить безопасность живого организма только при малых концентрациях токсинов.

Продукты радиолитического превращения природных токсинов, в отличие от самих молекул токсинов, не проявляют характерные для природных токсинов физико-химические свойства.

5. Выводы

Радиационно-химические выходы превращения природных токсинов растут с повышением концентрации растворенного кислорода в водных растворах и с увеличением влажности растительных продуктов.

Радиолитический метод обезвреживания является самым эффективным способом очистки среди всех традиционных методов очистки загрязненных природными токсинами растительных продуктов.

При γ -облучении образованные активные центры направлены на образование макрорадикалов токсина, его перекисей, которые присоединяют к себе атомы водорода и сравнительно медленно соединяются с другими макрорадикалами. Таким образом, продуктами превращения природных токсинов в кислородсодержащих растворах являются их перекиси и продукты взаимной рекомбинации макрорадикалов токсинов, в основном соединенные кислородным мостиком. Макрорадикалы и перекисные радикалы

природных токсинов в присутствии влажных растительных продуктов присоединяются, не к другим радикалам токсинов, а к макрорадикалам органической матрицы растительного продукта. Этот важный эффект может быть учтен и при радиолитической обезвреживании всех растительных продуктов, загрязненных органическими ксенобиотиками и природными токсинами.

Макромоллекулярные продукты радиолитического превращения природных токсинов, не отравляя организм и без перегрузок для природного естественного механизма деактивации, легко выводятся из пищеварительного тракта.

Облучение загрязненных природными токсинами жиросодержащих плодов, фруктов, зерен, комбикормов и других растительных продуктов поглощенной дозой 10кГр ионизирующего излучения ^{60}Co , снижает концентрацию природных токсинов до значений, ниже ПДК. Проведенные комплексные физико-химические анализы показывают отсутствие каких-либо изменений и ухудшений в органолептических, физико-химических, микробиологических и потребительских свойствах облученных дозой 10 кГр растительных продуктов.

Литература

1. Мамедов, Х. Ф. Радиолитическое разложение ниваленола в семенах тыквы [Текст] / Х. Ф. Мамедов // Ученые Записки Таврического Национального Университета им. В. А. Вернадского: Серия Биология, Химия. – 2012. – № 1. – С. 289–294.
2. Мамедов, Х. Ф. Радиолитическое разложение охратоксина в кукурузных зернах [Текст] / Х. Ф. Мамедов // Естественные и Технические Науки. – 2012. – № 2 (58). – С. 76–79.
3. Русанов, В. А. Микромицеты и их токсины в зерне кукурузы [Текст] / В. А. Русанов // Иммунопатология, Аллергология, Инфектология. – 2010. – № 1. – С. 204.
4. IAEA-TECDOC-1337. Radiation processing for safe, shelf-stable and ready-to-eat food [Text] / Proceedings of a final Research Co-ordination Meeting held in Montreal, Canada, 10.07. 2000. Printed by the IAEA in Austria, 2003. – 37 p.
5. Mamedov, Kh. F. Radiolytic destruction of aflatoxin in damp mixed fodders [Text] / Kh. F. Mamedov // Proceedings of 12th World Congress on Environmental Health held in Vilnius, Lithuania. – Printed by International Proceedings Division: MEDIMOND, 2012. – P. 23–25.
6. Мамедов, Х. Ф. Влияние влажности зерна пшеницы на фотолитическое и радиолитическое разложение афлатоксинов [Текст] / Х. Ф. Мамедов // АгроXXI. Агрорус. – 2012. – № 10–12. – С. 20–21.
7. Мамедов, Х. Ф. Радиолитическое разложение зеараленона в пшенице [Текст] / Х. Ф. Мамедов // Иммунопатология, Аллергология, Инфектология. – 2012. – № 1. – С. 74–77.
8. Байбакова, Ю. П. Санитарное значение заспоренности кормов грибами [Текст] / Ю.П. Байбакова, И. Т. Хусаинов // Иммунопатология, Аллергология, Инфектология. – 2010. – № 1. – С. 183.
9. ГОСТ Р 51899-2002. Комбикорма гранулированные, Общие технические условия [Текст] / Введ. 2002-05-06. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2002. – 7 с.
10. Афанасьев, В. А. Научно-практические основы тепловой обработки зерновых компонентов и технологии комбикормов [Текст] : дис... д-ра. техн. наук : 05.18.01 / В. А. Афанасьев. – М., 2003. – 517 с.

11. Romero, S. M. Ochratoxin A production by a mixed inoculum of *Aspergillus carbonarius* at different conditions of water activity and temperature [Text] / S. M. Romero, V. F. Pinto, A. Patriarca, G. Vaamonde // International Journal of Food Microbiology. – 2010. – Vol. 140, Issue 2-3. – P. 277–281. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.04.013

12. Welke, J. E. Fungi and Patulin in apples and the role of processing on Patulin levels in juices: A study on naturally contaminated apples [Text] / J. E. Welke, M. Hoeltz, H. A. Dottori, I. B. Noll // Journal of Food Safety. – 2010. – Vol. 30, Issue 2. – P. 276–287. doi: 10.1111/j.1745-4565.2009.00205.x

13. Shah, H. U. Mould incidence and Mycotoxin contamination in maize kernels from Swat Valley, North West Frontier Province Of Pakistan [Text] / H. U. Shah, T. J. Slimpson, S. Alam, K. F. Khattak // Food and Chemical Toxicology. – 2010. – Vol. 48, Issue 4. – P. 1111–1116. doi: 10.1016/j.fct.2010.02.004

14. Wammer, K. H. Direct photochemistry of three fluoroquinolone antibacterials: Norfloxacin, ofloxacin and enrofloxacin [Text] / K. H. Wammer, A. R. Korte, R. A. Lundeen // Water Res. – 2013. – Vol. 47, Issue 1. – P. 439–448. doi: 10.1016/j.watres.2012.10.025

15. Xu, Y. Development of an immunochromatographic strip test for the rapid detection of deoxynivalenol in wheat and maize [Text] / Y. Xu, Z. B. Huang, Q. H. He // Food chemistry. – 2010. – Vol. 119, Issue 2. – P. 834–839. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.08.049

References

1. Mamedov, Kh. F. (2012). Radio lytic decomposition of a nivalenol in seeds of pumpkin. Scientific Notes of Taurian National University of V. A. Vernadsky: Biology series, Chemistry, 1, 289–294.

2. Mamedov, Kh. F. (2012). Radiolytic decomposition of ochratoxin in corn grains. Natural and Technical Science, 2 (58), 76–79.

3. Rusanov, V. A. (2010). Micromycetes and their toxins in grain of corn. Immunopathology, Allergology, Infectologiya, 1, 204.

4. IAEA-TECDOC-1337. Radiation processing for safe, shelf-stable and ready-to-eat food (2003). Proceedings of a final Research Co-ordination Meeting held in Montreal, Canada, 10.07.2000. Printed by the IAEA in Austria, 37.

5. Mamedov, Kh. F. (2012). Radiolytic destruction of aflatoxin in damp mixed fodders. Proceedings of 12th World Congress on Environmental Health held in Vilnius, Lithuania. Printed by International Proceedings Division: MEDIMOND, 23–25.

6. Mamedov, Kh. F. (2012). Influence of humidity of grain of wheat on photolytic and radiolytic decomposition of aflatoxins. AQROXXI. Agrorussian, 10-12, 20–21.

7. Mamedov, Kh. F. (2012). Radiolytic decomposition of zearalenone in wheat. Immunopathology, Allergology, 1, 74–77.

8. Baybakova, Yu. P., Khusainov, I. T. (2010). Sanitary value of a contamination of forages by fungi. Immunopathology, Allergology, Infectologiya, 1, 183.

9. GOST P 51899-2002. Compound feeds the granulated, General specifications. Vved. 2002-05-06. Moscow: Qosstandart of Russia: Publishing house of standards, 7.

10. Afanasyev, V. A. (2003). Scientific and practical bases of thermal treatment of grain components and technology of compound feeds. Moscow, 517.

11. Romero, S. M., Pinto, V. F., Patriarca, A., Vaamonde, G. (2010). Ochratoxin A production by a mixed inoculum of *Aspergillus carbonarius* at different conditions of water activity and temperature. International Journal of Food Microbiology, 140 (2-3), 277–281. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.04.013

12. Welke, J. E., Hoeltz, M., Dottori, H. A., Noll, I. B. (2010). Fungi and Patulin in apples and the role of processing on Patulin levels in juices: A study on naturally contaminated apples. Journal of Food Safety, 30 (2), 276–287. doi: 10.1111/j.1745-4565.2009.00205.x

13. Shah, H. U., Slimpson, T. J., Alam, S., Khattak, K. F. (2010). Mould incidence and Mycotoxin contamination in maize kernels from Swat Valley, North West Frontier Province Of Pakistan. Food and Chemical Toxicology, 4, 1111–1116.

14. Wammer, K. H., Korte, A. R., Lundeen, R. A. (2013). Direct photochemistry of three fluoroquinolone antibacterials: Norfloxacin, ofloxacin and enrofloxacin. Water Res., 47 (1), 439–448. doi: 10.1016/j.watres.2012.10.025

15. Xu, Y., Huang, Z. B., He, Q. H. (2010). Development of an immunochromatographic strip test for the rapid detection of deoxynivalenol in wheat and maize. Food chemistry, 119 (2), 834–839. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.08.049

*Рекомендовано к публикации д-р хим. наук, профессор Курбанов Муслим Ахмед оглы.
Дата поступления рукописи 31.10.2014*

Мамедов Хагани Фарзулла оглы, докторант, кандидат химических наук, начальник отдела, Отдел Комплексных Исследований, Институт Радиационных Проблем Национальной АН Азербайджана, Баку, Аз-1065, ХДМХ, ул. А. Насибова 1
E-mail: xagani06@mail.ru