

УДК 544.54

РАДИОЛИТИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ НИВАЛЕНОЛА В СЕМЕНАХ ТЫКВЫ

Мамедов Х.Ф.

*Институт Радиационных Исследований Национальной Академии Наук, Азербайджан
E-mail: xagani06@mail.ru*

Обнаружены относительно большие концентрации (1,2–1,3 мг/кг) ниваленола в семенах тыквы, зараженные микроскопическими грибами *Fusarium nivale* и кишечными палочками. Изучена кинетика радиолитического разложения ниваленола в семенах тыквы и в водных растворах. Поглощенная доза ионизирующей радиации равная 25 кГр, обеспечивает полную стерилизацию семян тыквы, зараженных кишечными палочками и грибами, и разложение ниваленола, синтезируемый грибами *F. nivale*. Стерилизация семян тыквы дозой, равной 25 кГр, обеспечивает их длительное хранение и не вызывает в них отрицательных изменений

Ключевые слова: радиолитическое разложение ниваленола, микотоксин, стерилизация загрязненных семян.

ВВЕДЕНИЕ

Микроскопические грибы *Fusarium nivale* являются возбудителями гнилей плодов, листьев, семян, корней сельскохозяйственных растений. Эти грибки продуцируют в растениях и их плодах высокотоксичное вещество ниваленол. В свою очередь загрязненные ниваленолом корма и пищевые продукты приводят к возникновению токсикозов у животных и людей. Известны токсикозы людей и животных протекающие по типу эпидемий, связанные употреблением продуктов из зерновых культур, прозимовавших в поле под снегом и пораженных грибами *Fusarium*. Алиментарные токсикозы, вызванные потреблением в пищу продуктов загрязненных микотоксинами, можно отнести к наиболее распространенным микотоксикозам. Эти микроскопические грибы и продуцируемые ими микотоксины создают реальную опасность для здоровья населения [1–4].

Ниваленол – это бесцветное кристаллическое, химически стабильное соединение, плохо растворимое в воде, но хорошо растворимое в полярных растворителях. Микотоксин ниваленол является вторичным метаболитом грибов *Fusarium nivale* и по химической структуре относится к трихотеценовым микотоксинам [1, 5].

Облучение ионизирующим излучением широко применяется для стерилизации, дезинфекции и дезинсекции плодов и семян сельскохозяйственных растений, а также для увеличения срока хранения овощей и кормов [6].

В данной работе проведена радиолитическая стерилизация семян тыквы, пораженных кишечными палочками (*Escherichia coli*) и грибами *Fusarium nivale*, а также радиолитическое разложение продуцируемых ими ниваленола. В качестве

вспомогательных систем для определения радиационно-химического выхода разложения ниваленола в семенах тыквы были использованы водные растворы с идентичными концентрациями ниваленола.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Качественное и количественное определение исходных и конечных компонентов в облучаемых водных растворах ниваленола и анализ слабокислых спиртовых экстрактов загрязненных ниваленолом семян тыквы 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).

Определения видов и числа микроорганизмов в зараженных семенах тыквы проводили с использованием различных селективных питательных сред фирм Himedia (Индия) и Condalab (Испания), системы RABIT (Англия), счетчиков колоний.

Мощность дозы ионизирующего излучения от источника ^{60}Co радиационно-химической установки К-25 составляла 0,33 Гр/с.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучена кинетика разложения ниваленола, продуцируемый микроскопическими грибами *Fusarium nivale*, и зависимость числа микроорганизмов от поглощенной дозы ионизирующего излучения ^{60}Co .

Облучение гамма-излучением ^{60}Co семян тыквы, зараженных кишечными палочками и грибами показали, что ионизирующее излучение обеспечивает равномерную по всему объему стерилизацию больших масс семян тыквы (табл. 1).

Таблица 1
Зависимость числа кишечных палочек и грибов *Fusarium nivale* от дозы ионизирующего излучения ^{60}Co , поглощенная в дециметровой массе семян тыквы

Поглощенная доза ионизирующего излучения ^{60}Co , кГр	0	1	5	10	25
Число кишечных палочек в 1 гр. семенах	2550	28	0	0	0
Число грибов <i>Fusarium nivale</i> в 1 гр. семян	1100	130	9	0	0

Как видно, поглощенная доза ионизирующей радиации, равная 10 кГр обеспечивает полную стерилизацию семян тыквы, зараженных кишечными палочками *Es* и грибами *F.nivale*. Поглощенная доза же равная 25 кГр, стерилизуя семена тыквы, обеспечивает также полное разложение ниваленола в них (табл. 2, 3).

Таблица 2

Зависимость концентрации ниваленола от дозы ионизирующего излучения поглощенного в семенах тыквы и в водных растворах ниваленола

Поглощенная доза ионизирующего излучения ^{60}Co , кГр	0	1	5	10	25
Концентрация ниваленола в семенах тыквы, мкг/кг	1200	1000	550	210	0
Концентрация ниваленола в водном растворе, мкг/кг	1200	940	270	20	0

Стерилизация семян тыквы дозой ионизирующего излучения ^{60}Co , равная 10 кГр, обеспечивает их более длительное хранение (более 6-ти месяцев) и не вызывает отрицательных изменений в них. Даже в образцах семян, облученных дозой 10 кГр, после шести месяцев хранения концентрация микотоксинов в 4 раза меньше, чем до облучения и значения предельно допустимой концентрации (ПДК) ниваленола в семенах тыквы (см. табл. 3).

Ниже приведены оценка значений радиационно-химических выходов разложения ниваленола в водных растворах и в массе семян:

- поглощенная доза ионизирующего излучения, равная 1 кГр эквивалентна $6,241 \times 10^{21}$ эВ/кг;

- за время поглощения этой дозы (3000 сек.) концентрация ниваленола уменьшается с 1200 мкг/кг до 1000 мкг/кг, т.е. на 200 мкг/кг, что соответствует разложению 200×10^{15} молекул ниваленола в 1 кг массе семян (относительная молекулярная масса ниваленола равна приблизительно 300 гр/моль);

- за время поглощения дозы 1 кГр концентрация ниваленола уменьшается с 1200 мкг/л до 940 мкг/л, т.е. на 360 мкг/л, что соответствует разложению 350×10^{15} молекул ниваленола в 1 л или 1 кг воды;

- из вышеуказанных значений легко получить значения разложенных молекул ниваленола при поглощении системами (загрязненными семенами и водным раствором ниваленола) 100 эВ энергии ионизирующего излучения. Эти значения равны соответственно 200×10^{15} молек/кг \times 100 эВ/ $6,241 \times 10^{21}$ эВ/кг = 3×10^{-3} молек/100эВ (значение радиационно-химического выхода разложения ниваленола в семенах тыквы) и 6×10^{-3} молек./100эВ (значение радиационно-химического выхода разложения ниваленола в воде). Эти значения показывают на достаточно высокую стабильность и устойчивость молекул ниваленон.

Значение радиационно-химического выхода разложения ниваленола в водном растворе приблизительно в 2 раза превышает значению радиационно-химического выхода разложения ниваленола в семенах тыквы. Этот факт объясняется появлением гидратированных электронов при радиоллизе водного раствора ниваленола и участием этих электронов в процессах дальнейшего разложения ниваленола.

Таблица 3

Образование ниваленола в стерилизованных от грибов *F. nivale* семенах тыквы при дальнейшем хранении их в складских помещениях средней температурой 10⁰С в течение 12 месяцев

Доза ионизирующего излучения, кГр	Срок хранения, месяц	Образование микотоксинов, мкг/кг	ПДК микотоксинов, мкг/кг
10	6	ниваленол 260	1000
25	12	0	1000

Наблюдаемые низкие значения радиационно-химического выхода разложения ниваленола ($3-6 \times 10^{-3}$ молек./100эВ), вполне достаточны для обеспечения детоксикации семян тыквы, загрязненных ниваленолом, снижая концентрацию этого микотоксина до значений ниже ПДК [1]. Радиолитический метод детоксикации по достигнутой высокой степени деструкции ниваленола превосходит все традиционные методы детоксикации [1, 7–9].

ВЫВОДЫ

1. Изучена кинетика радиолитического разложения ниваленола в семенах тыквы и в водных растворах.
2. Установлено, что доза ионизирующей радиации в 25 кГр обеспечивает полную стерилизацию семян тыквы, зараженных кишечными палочками и грибами, и разложение ниваленола, синтезируемый грибами *F. nivale*.
3. Показано, что стерилизация семян тыквы дозой в 25 кГр обеспечивает их длительное хранение и не вызывает в них отрицательных изменений.

Список литературы

1. Пищевая химия. / [А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др.] – Санкт-Петербург : ГИОРД, – 2007. – 635 с.
2. Влияние энтеротоксикантов на загрязнение агропродукции токсичными грибами / Л.Р. Валиуллин, Э.И. Семенов, А.Н. Чернов [и др.] // Иммунопатология, Аллергология, Инфектология. – 2010. – № 1. – С. 188–191.
3. О причинах массовых микотоксикозов животных / А.В. Иванов, М.Я. Тремасов, К.Х. Папуниди [и др.] // Иммунопатология, Аллергология, Инфектология. – 2010. – № 1. – С. 192–195.
4. Жуковский А.Г. Микотоксикологический мониторинг зерна. Опыт международного сотрудничества / А.Г. Жуковский, А.А. Буркин, Г.П. Кононенко // Иммунопатология, Аллергология, Инфектология. – 2010. – № 1. – С. 191–194.
5. Минаева Л.П. Исследование зараженности различных видов зерна плесневыми грибами - потенциальными продуцентами трихотеценовых токсинов / Л.П. Минаева, А.М. Григорьев, С.А. Шевелева // Иммунопатология, Аллергология, Инфектология. – 2010. – № 1. – С. 202–207.
6. IAEA-TECDOC-1337. Radiation processing for safe, shelf-stable and ready-to-eat food. : Proceedings of a final Research Co-ordination Meeting held in Montreal, Canada, 10–14 July 2000. Printed by the IAEA in Austria.– 2003. – 37 p.

7. Афанасьев В.А. Научно-практические основы тепловой обработки зерновых компонентов и технологии комбикормов: дисс. докт. техн. наук / В.А. Афанасьев. – Московский Государственный Университет Пищевых Продуктов. ВНИИКЛ. – М., 2003. – 517 с.
8. Иванов Е.Н. Использование биопрепаратов для обезвреживания кормов от микотоксинов / Е.Н. Иванов, Л.Е. Матросова, И.М. Еремеев, Ю.М. Тремасов // Иммунопатология, Аллергология, Инфектология. – 2010. – № 1. – С. 193–198.
9. Chemical and biological transformations for detoxification of trichothecene mycotoxins in human and animal food chains: a review / J. He, T. Zhou, J.C. Young, G.J. Boland [et al] // Trends in Food Science and Technology, 2010.– Vol. 21, No 2. – P. 67–71.

Мамедов Х.Ф. Радиолітичний розклад ніваленолу в гарбузовому насінні / Х.Ф. Мамедов // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2012. – Т. 25 (64), № 1. – С. 289-293.

Визначені відносно великі концентрації (1,2–1,3 мг/кг) ніваленолу в гарбузовому насінні, що заражено мікроскопічними грибами *Fusarium nivale* та кишковими паличками. Вивчена кінетика радіолітичного розкладу ніваленолу в гарбузовому насінні та водних розчинах. Поглинена доза іонізуючої радіації, що дорівнює 25 кГр, забезпечує повну стерилізацію насіння гарбуза, зараженого кишковими паличками та грибами, та розпад ніваленолу, що синтезований грибами *F. nivale*. Стерилізація насіння гарбуза дозою, що дорівнює 25 кГр, забезпечує їх тривале зберігання та не викликає негативних змін у них.

Ключові слова: радіолітичний розпад ніваленолу, мікотоксин, стерилізація забрудненого насіння.

Mamedov Kh.F. Radiolytic decomposition of pumpkin seeds / Kh.F. Mamedov // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2012. – Vol. 25 (64), No. 1. – P. 289-293.

Rather big concentration (1,2–1,3 mg/kg) of nivalenol in the pumpkin seeds infected with microscopic fungi *Fusarium nivale* and *E. coli* have been found out. The kinetics of radiolytic decomposition of nivalenol in pumpkin seeds and in water solutions have been studied. The absorbed dose of ionizing radiation equal 25 кГр, provides full sterilization of pumpkin seeds, infected with *E. coli* and fungi, and decomposition of the nivalenol, synthesized by fungi *F. nivale*. The sterilization of pumpkin seeds by a dose equal to 25 кГр, provides their long storage and doesn't cause negative changes.

Keywords: radiolytic decomposition of nivalenol, mycotoxin, sterilization of the polluted seeds.

Поступила в редакцію 21.01.2012 г.