

## РОЛЬ ЭДАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЦИРКУЛЯЦИИ ЭНДОКРИННЫХ ДИЗРАПТОРОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

**Романова Елена Михайловна**, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой «Биология, ветеринарная генетика, паразитология и экология»

**Любомирова Васелина Николаевна**, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры «Биология, ветеринарная генетика, паразитология и экология»

**Романов Василий Васильевич**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Информатика»

ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.:8(8422)55-95-35; e-mail: vvr-emr@yandex.ru

**Ключевые слова:** загрязнение окружающей среды, ксенобиотики, почва, пестициды, гормоны, здоровье населения.

Приведены результаты исследований содержания в почвах несанкционированных свалок ксенобиотиков, вызывающих гормоноподобные эффекты и относящихся к группе эндокринных дизрапторов. В почвах несанкционированных свалок выявлено присутствие хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов с высоким коэффициентом биоаккумуляции.

### Введение

Новое направление исследований в эндокринологии – эндокринные дизрапторы. Эндокринные дизрапторы – это вещества, которые в живых организмах имитируют гормоны, вызывая гормоноподобные эффекты, нарушающие процессы жизнедеятельности.

Эндокринные дизрапторы – это вещества из группы ксенобиотиков, используемых в промышленности, в быту, в сельском хозяйстве, ветеринарии, медицине и т.д. К ним относятся пестициды (ДДТ и его метаболиты), полихлорированные бифенилы, бисфенол А, полибромидные дифениловые эфиры, фталаты, синтетические полимеры и другие вещества, список которых все больше расширяется [1].

Эндокринные дизрапторы нарушают механизмы гормональной регуляции, снижают репродуктивную функцию, вызывают тератогенный эффект, провоцируют нейропсихическую патологию, канцерогенез, влияют на экспрессию генов [1]. Эти вещества загрязняют почвы, воды, воздух, аккумулируются в пищевых продуктах, растениях, в организме человека и животных.

При попадании в организм эндокринные дизрапторы связывают клеточные ре-

цепторы гормонов, вызывая гормоноподобные эффекты и блокируя доступ истинных гормонов. Нарушение механизмов эндокринной регуляции изменяет экспрессию генов [2], что приводит к патологии репродуктивной, нервной, иммунной систем, накоплению ксенобиотиков в организме [3-7]. Таким образом, эндокринные дизрапторы при поступлении в организм разрушают механизмы, регулирующие жизнедеятельность и защитные реакции биосистем.

Наиболее известным эндокринным дизраптором является дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ). Пестицид ДДТ во всем мире десятилетиями использовался для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур, насекомыми – переносчиками возбудителей клещевого энцефалита, туляремии, лептоспироза, малярии, сыпного тифа и др.

ДДТ – высокоэффективный недорогой пестицид, поэтому с 2006 г. в ряде стран Африки его вновь используют в очагах малярии. ДДТ законодательно запрещен в России уже несколько десятилетий, но сегодня аптечные сети повсеместно предлагают в качестве инсектицида ДДТ – дуст и ДДТ – инсектицидное мыло.

В наши дни, по данным литературных

источников, ДДТ применяют в качестве инсектицида в республиках бывшего СССР [8, 9]. По данным Россельхознадзора по Новосибирской области, в октябре 2015 г. тепличное хозяйство в Искитимском районе оштрафовано за загрязнение земель ДДТ китайского производства [10].

ДДТ является особо стойким, т.е. персистентным загрязнителем, а его метаболиты, которые гораздо токсичнее исходного вещества [9, 11], мигрируя по пищевым цепям экосистем, сохраняются неограниченно долго. Деструкция пестицидов в почве носит абиогенный (химический) и биогенный характер.

Педобионты – деструкторы [11] и автотрофы определяют дальнейшую судьбу метаболитов ДДТ, включая их в пищевые цепи экосистем и обеспечивая им циркуляцию по трофическим уровням. На сегодняшний день и ДДТ и ПХБ классифицируются как персистентные глобальные мигранты, а эдафические факторы в этом процессе играют ключевую роль.

#### **Объекты и методы исследований**

Исследовались почвы крупных несанкционированных свалок в пригородной зоне и вблизи сельских поселений Ульяновской области. Пробы почв были отобраны на территориях наиболее крупных свалок товарно-бытовых отходов.

Наличие и концентрацию пестицидов в окружающей среде определяли путем отбора проб почв и проведения их последующего анализа в химической лаборатории согласно МУ 1766-77 «Хлорорганические пестициды: методические указания по определению остаточных количеств хлорсодержащих пестицидов (гексахлорбензола,  $\alpha$ - и  $\gamma$ -изомеров ГХЦГ, ДДЕ, ДДТ) в почве методом газожидкостной хроматографии». Количественный анализ проводили согласно методическим указаниям (ПНДФ 16.2.2:2.3:3.26-02 Количественный химический анализ почв). Полученные данные анализировали согласно СанПиН 42-128-4433-87 «Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве» (от 30.10.1987г. N4433-87). Метод основан на извлечении ХОС из исследуемой пробы, экстракцией органическим растворителем с последующей очисткой и получением сухого остатка.

Отбор проб почвы и подготовку их к

анализу проводили методом конверта в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) определяли согласно ПНД Ф 16.1:2:2.2.56-08. Методика выполнения измерений суммарного содержания полихлорированных дибензо-п-диоксинов и дибензофуранов в пересчете на 2,3,7,8-тетрахлордибензо-п-диоксин в пробах почв, грунтах, донных отложений методом хромато-масс-спектрометрии. Метод основан на извлечении ХОС из исследуемой пробы, экстракции органическим растворителем, с последующей очисткой и получением сухого остатка. Количественный анализ осуществляли по РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения почвы». Полученные данные анализировали согласно СанПиН 42-128-4433-87 «Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве» (30.10.1987 г. N 4433-87).

#### **Результаты исследований**

Хлорорганические пестициды (ДДТ, ДДЕ). На первом этапе работы мы исследовали остаточные количества хлорсодержащих пестицидов в почвах несанкционированных свалок.

Было установлено, что в почвах 8 из 9 несанкционированных свалок присутствовали остаточные количества пестицидов. Присутствие ДДЕ было зафиксировано в пробах поверхностного слоя почв со свалок Старомайнского, Мелекесского, Сенигилеевского, Сурского, Ульяновского и Павловского районов (ПДК ДДТ в почве составляет 1 мг/кг).

Количественные исследования содержания ДДТ и его метаболитов проводились только на свалке п. Октябрьский Чердаклинского района. Было установлено, что содержание ДДЕ (метаболита ДДТ) в почве этой свалки составляло 1,2 мг/кг; этот показатель не намного выше ПДК<sub>ДДТ</sub> (для почвы). Но пестициды, как известно, обладая высокими коэффициентами биоаккумуляции, концентрируются в пищевых цепях.

Коэффициент биоаккумуляции ДДТ у растений 0,1, насекомых – 3, червей – 70, грызунов – 100, у гидробионтов на несколько порядков выше [12]. Коэффициент биоаккумуляции - это отношение концентрации

вещества в организме к концентрации в окружающей среде или в предыдущем звене трофической цепи. В инструкции по применению ДДТ отмечено, что кумулятивные свойства препарата выражены резко, при первичном поступлении кумулируется 75% вещества.

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) - стойкие органические загрязнители (СОЗ) - также относятся к группе эндокринных дизрапторов. Мониторинг ПХБ является обязательным в развитых индустриальных странах из-за высокой опасности этих ксенобиотиков для окружающей среды и здоровья населения.

В группу входит свыше 200 веществ. ПХБ устойчивы, токсичны, для них характерно биоаккумуляция. По данным И.Я. Шахматрова и З.К. Амировой (2011), коэффициент их биоаккумуляции в системе почва - растительность равен 3, а в системе почва-молоко около 5. ПХБ, накапливаясь в жировых тканях животных и человека, остаются там пожизненно.

ПХБ обнаруживается повсеместно, даже в тканях животных, обитающих в нетронутых диких ландшафтах; это ксенобиотики

из группы эндокринных дизрапторов. Они вызывают патологию эндокринной системы, влияют на экспрессию генов, снижают репродуктивную функцию, стимулируют канцерогенез, тератогенез, разрушают нервную и иммунную системы [12].

Мы исследовали почвы крупных несанкционированных свалок на всей территории Ульяновской области. Всего было обследовано 9 наиболее крупных свалок, на которых, чтобы снизить объем складированных отходов, сжигали свалочные тела. Почвы всех свалок исследовали на содержание ПХБ. Присутствие ПХБ было обнаружено в почвах всех несанкционированных свалок твердых бытовых отходов.

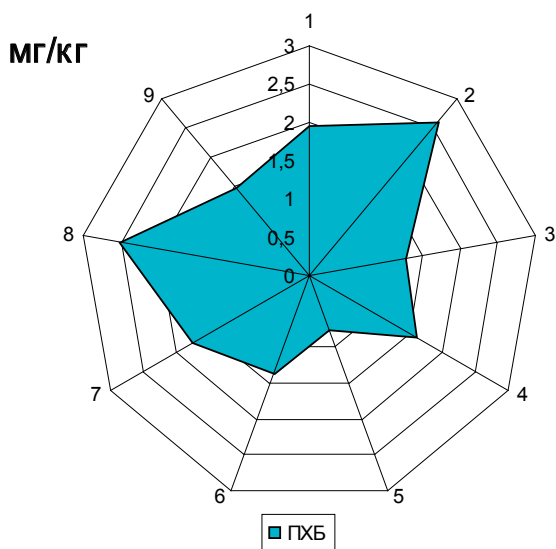
Было установлено, что в почвах свалок уровень бифенилов значительно превышал ПДК во всех образцах почв. Наиболее высокое содержание было отмечено в пробах почв Чердаклинского и Мелекесского районов. В почвах этих свалок ПДК бифенилов были превышены в 43,7 и 42,1 раза, соответственно. Менее загрязнены бифенилами были почвы свалок Старомайнского и Карсунского районов - 21,5 и 12,5 ПДК (рис. 1).

Высокий уровень бифенилов в почвах свалок объясняется тем, что ПХБ являются побочным продуктом при сжигании отходов. Повсеместно в РФ территории несанкционированных свалок поджигают, чтобы уменьшить объемы скопившихся там отходов. Борьба с этой порочной практикой по состоянию на сегодняшний день безрезультатна.

Анализ плотности распределения загрязнителей и их концентрации показал, что в большей мере загрязнены ПХБ почвы районов ближнего пригорода в Заволжской и Центральной зоне. Это районы с высокой плотностью населения. По данным статистики, на территории Ульяновской области на долю сельского населения приходится всего 25,9 %, а городское население составляет 74,1%.

В соответствии с распределением плотности населения количество крупных свалок в Заволжской и Центральной зоне значительно больше, чем в отдаленных малонаселенных сельских районах.

Обобщая полученные результаты, следует отметить, что почвы несанкционированных стихийных свалок ТБО содержат высокие



**Рис. 1 – Содержание ПХБ в почвах несанкционированных свалок ТБО Ульяновской области: 1 - Сенгилеевского, 2 - Чердаклинского, 3 - Старомайнского, 5 - Карсунского, 6 - Ульяновского, 7 - Сурского, 8 - Мелекесского, 9 - Павловского районов, 4 - п. Октябрьский.**

концентрации и бифенилов, которые значительно превышают ПДК. Учитывая, что коэффициент биоаккумуляции ПХБ в системе «почва - растительность» равен 3, это значит, что сельхозпродукция, выращенная в непосредственной близости от постоянно горящих свалок ТБО, с большой долей вероятности будет загрязнена эндокринными дизрапторами. Выпас коров вблизи несанкционированных свалок также приведет к накоплению ПХБ в молоке, но, учитывая, что коэффициент биоаккумуляции ПХБ для молока приближается к 5, его нельзя будет использовать без вреда для здоровья [13-14].

Выходом из сложившейся ситуации, в случае с загрязненными почвами свалок, является использование современных технологий, ориентированных на сортировку отходов и их использование в качестве вторсырья. Это позволит хотя бы отчасти решить проблему загрязнения окружающей среды токсичными веществами и на региональном уровне существенно сократит пул ксенобиотиков, входящих в группу эндокринных дизрапторов, окружающей среды.

#### **Выводы**

Рассеивание хлорорганических пестицидов и ПХБ в окружающей среде приобрело глобальный характер, все они являются эндокринными дизрапторами. Их также называют персистентными глобальными мигрантами с высокими коэффициентами биоаккумуляции.

К сожалению, сегодня уже ясно, что риски, обусловленные циркуляцией эндокринных дизрапторов в окружающей среде, неизбежны, поскольку существуют источники их поступления *de novo*. В целях экологической безопасности и сохранности здоровья населения необходимо разрабатывать и использовать биологические средства борьбы с насекомыми. Они высокоэффективны и способны в перспективе вытеснить токсичные химические препараты. Можно существенно снизить риски поступления эндокринных дизрапторов в окружающую среду из почв, отказавшись повсеместно от сжигания свалочных тел, заменив его котлованным захоронением. Согласно Стокгольмской конвенции стойкие органические загрязнители подлежат глобальному сокращению и ликвидации; этот документ подписан Правитель-

ством Российской Федерации, ратифицирован Госдумой и утвержден Федеральным Законом №27.06. 2011 г. № 164-ФЗ [12]. Только система мер сдерживания, противовесов и контроля на государственном уровне способны снизить риски, связанные с циркуляцией эндокринных дизрапторов в окружающей среде.

#### **Библиографический список**

1. Яглова, Н.В. Эндокринные дизрапторы – новое направление исследований в эндокринологии / Н.В. Яглова, В.В. Яглов // Вестник РАМН. – 2012. – № 3. – С. 56–61.

2. Gibson, D.A. Endocrine disruption of oestrogen action and female reproductive tract cancers / D.A. Gibson, Ph.T.K. Saunders // *Endocr. Relat. Cancer*. – 2014. – №2(21). – P.13-31.

3. Резников, А.Г. Репродуктивные мишени эндокринных дизрапторов / А.Г. Резников // *Репродуктивная эндокринология*. – 2014. – №3 (17). – С.14-21.

4. Носительство хлорорганических пестицидов как фактор риска нарушений репродуктивного здоровья женщин / Ю.И. Кундиев, А.Н. Каракашян, Т.Ю. Мартыновская, В.Ф. Демченко, М.Ю. Антомонов // *Журнал АМН Украины*. – 2010. – № 1. – С. 97–106.

5. Diamanti-Kandarakis, E. Endocrine-disrupting chemicals: an Endocrine Society scientific statement / E. Diamanti-Kandarakis, J.P. Bourguignon, L.C. Giudice, R. Hauser, G.S. Prins, A.M. Soto, R.T. Zoeller, A.C. Gore // *Endocr. Rev.* – 2009. – №4(30). – P. 293-342.

6. Knowler, K.C. Endocrine disruption of the epigenome: a breast cancer link / K.C. Knowler, S.Q. To, Y.-K. Leung, Sh.-M. Ho, C.D. Clyne // *Endocr. Relat. Cancer*. – 2014. – №2 (21). – P.33-55.

7. Mlynarczuk, J. Involvement of the orphan nuclear receptor SF-1 in the effect of PCBs, DDT and DDE on the secretion of steroid hormones and oxytocin from bovine granulosa cells / J. Mlynarczuk, M.H. Wrobel, A. Ziolkowska, J. Kotwica // *Animal Reproduction Science*. – 2013. – Vol. 143. – P. 30-37.

8. Рахматуллаев, А.Р. Пестицидная буря над Узбекистаном (ДДТ и ГХЦГ) / А.Р. Рахматуллаев // *Журнал «Природа»*. – 1993. – № 9. – С. 84-88.

9. Усманова, С. Производство, применение и воздействие ДДТ на окружающую среду. Пестициды: общие вопросы, хра-

нении и использование в республике Таджикистан». Фонд поддержки гражданских инициатив (Дастгири центр) Таджикистан. Душанбе, 2008. – 63 с. Режим доступа: [http://fsci.tj/images/stories/img\\_text1/publika-ya/pestisidi15.pdf](http://fsci.tj/images/stories/img_text1/publika-ya/pestisidi15.pdf) (дата обращения: 22.10.2015).

10. Тепличное хозяйство под Новосибирском увеличило загрязнение земли пестицидом ДДТ. Режим доступа: <http://www.interfax-russia.ru/Siberia/news.asp?sec=1671&id=664804> (дата обращения: 22.10.2015).

11. Романов, В.В. Биотестирование экологического состояния почв несанкционированных свалок ТБО на территории Ульяновской области. / В.В. Романов, В.Н. Любомирова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. -2009. -№ 2. -С. 82-85.

12. Ревич, Б. А. Стойкие органические загрязнители в местных продуктах питания: риски для здоровья населения. / Б. А. Ревич. - Самара: «Издательство Ас Гард», 2014. - 48 с.

13. Шахтамиров, И.Я. Биоаккумуляция стойких органических загрязнителей в системе «почва - растительность - животные» на примере сельхозугодий Чечни / И.Я. Шахтамиров, З.К. Амирова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2011. -Т. 1. - №29-1. - С. 201-203.

14. Амирова, З.К. Диоксины и полихлорбифенилы в мясе и молоке из регионов России / З.К. Амирова, И.Я. Шахтамиров // Юг России: экология, развитие. -2011. -№ 1. - С. 143-149.