

ПОСТУПЛЕНИЕ
СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ
ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И
МЕРЫ ПРОФИЛАКТИКИ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ
КОНТАМИНАЦИИ ДАННЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Раиса СЫРКУ, Татьяна СТРАТУЛАТ,
Национальный Центр Общественного Здоровья

Rezumat

Pătrunderea poluanților organici persistenți și recomandările de prevenire a poluării organismului uman cu aceste substanțe chimice

Articolul prezintă rezultatele estimării riscului de acțiune a poluanților organici persistenți și un șir de recomandări practice privind prevenirea poluării organismului uman cu aceste substanțe chimice. Procedeele de prevenire a acumulării acestor poluanți sunt accesibile, inofensive și pot fi îndeplinite de orice persoană. Ele vor contribui la reducerea pericolului acțiunii nefaste a substanțelor organoclorurate persistente asupra organismului uman și la ameliorarea stării de sănătate a populației.

Cuvinte-cheie: *poluanți organici persistenți, estimarea riscului, procedee de prevenire a poluării organismului uman.*

Summary

The Persistent Organic Pollutant Intake and Recommendations for Prevention of Human Organism Pollution with These Chemical Substances

The paper contains the results of assessment of the risk caused by Persistent Organic Pollutants' effects on human body and a list of practical recommendations that are intended to prevent the pollution of the human organism with the mentioned chemical substances. The procedures described in the article are accessible, safe and can be undertaken by everyone. The recommendations will contribute to the decrease of the hazard generated by persistent organochlorine chemicals and, thus, to the improvement of population health.

Key-words: *Persistent Organic Pollutants, risk assessment, procedures of human organism pollution prevention.*

Введение.

В последние годы повышенное внимание уделяется анализу воздействия на среду обитания и на организм человека соединений из группы стойких органических загрязнителей (СОЗ). Многие из них известны уже давно и широко использовались в промышленности и в сельском хозяйстве большинства стран. Результатом этого явилось повсеместное их распространение и загрязнение ими объектов окружающей среды и организма человека. Население, особенно сельское, оказалось под длительным воздействием различных ксенобиотиков, включая персистентные. В настоящее время воздействие этих веществ не прекратилось, оно стало менее выраженным.

Поскольку влияние окружающей среды на человека неизбежно, необходимо проводить оздоровительные мероприятия, направленные на снижение риска воздействия токсических веществ, путем уменьшения их содержания в организме. Используя предлагаемые рекомендации, можно не только снизить уровень поступления загрязняющих веществ, но безопасно и эффективно вывести из организма некоторые количества контаминантов. Такими рекомендациями являются: здоровый образ жизни, соблюдение диеты, советы по приготовлению и употреблению пищи, занятия физической культурой и спортом, посещение сауны, прием витаминов и микроэлементов, а также дополнительные рекомендации женщинам репродуктивного возраста, которые приведут к уменьшению уровня содержания в организме человека стойких органических загрязнителей.

Целью данной работы является оценка уровней поступления СОЗ и предложение рекомендаций по предупреждению накопления данных соединений в организме человека.

Материалы и методы.

Остаточные количества хлорорганических пестицидов определяли методами тонкослойной и газожидкостной хроматографии на хроматографах *Цвет-106*, *Цвет-500* и *Цвет-164* с детектором постоянной скорости рекомбинации электронов ДПП-1, HEWLETT PACKARD. Определение ДДТ в пробах грудного молока проводили в соответствии с *Методическими указаниями по избирательному газохроматографическому определению хлорорганических пестицидов в биологических средах (моче, крови, жировой ткани и грудном женском молоке)*, № 3151-84 от 27.11.1984 г.

Результаты исследований.

В научной лаборатории *Химические опасности и Токсикология* отдела Исследований по гигиене и контролю неинфекционных болезней НЦОЗ МЗ РМ проведена оценка риска воздействия стойких органических загрязнителей на здоровье населения и на состояние окружающей среды. Результаты исследований по-

казали, что вода, почва, прилегающая к складам с неутилизированными пестицидами, контаминированы остаточными количествами стойких органических загрязнителей, а именно: метаболитами ДДТ, изомерами гексахлорциклогексана (ГХЦГ) [6]. Определение уровня контаминации овощей остаточными количествами СОЗ показало их отсутствие в изученных пробах. Результатами определения СОЗ в молочной продукции домашнего изготовления установлено, что в 79% проб домашней сметаны содержались остаточные количества метаболита ДДТ – ДДЕ. Найденные концентрации СОЗ в сметане были во много раз выше, чем в молоке, но не превышали максимально допустимые уровни.

В период 2006-2007 годов в рамках научной тематики были проведены исследования по оценке уровня контаминации грудного молока хлорорганическими пестицидами. Определено содержание остаточных количеств ДДТ, ДДЕ, ДДД, изомеров ГХЦГ, кельтана, гептахлора и гексахлорбензола (ГХБ) в пробах грудного молока женщин из 10 населенных пунктов юга, севера и центра республики. Из 72 проанализированных проб лишь в 2-х (2,8%) не было обнаружено следов изучаемых веществ (см. таблицу).

Результаты анализа грудного молока

Название пестицида	Количество проб	% нахождения	Концентрация $\mu\text{kg}/\text{kg}$ жира (мин.-макс.)
ДДТ	70	96,0	4,0 - 800,0
ГХЦГ	43	60,0	14,0 - 700,0
Гептахлор	5	7,0	10,0 - 50,0
Кельтан	3	4,2	50,0 - 90,0
НСВ	8	11,0	8,0 - 700,0

Наиболее часто определяемым метаболитом ДДТ является р'р'-ДДЕ. Уровень контаминации организма человека остаточными количествами ДДЕ носит повсеместный характер по всей территории Республики Молдова. Содержание данного метаболита в женском молоке колеблется от 0,006 до 0,038 мг/кг молока. Средний уровень содержания остаточных количеств хлорорганических соединений в пробах грудного молока составляет $0,018 \pm 0,005$ мг/кг.

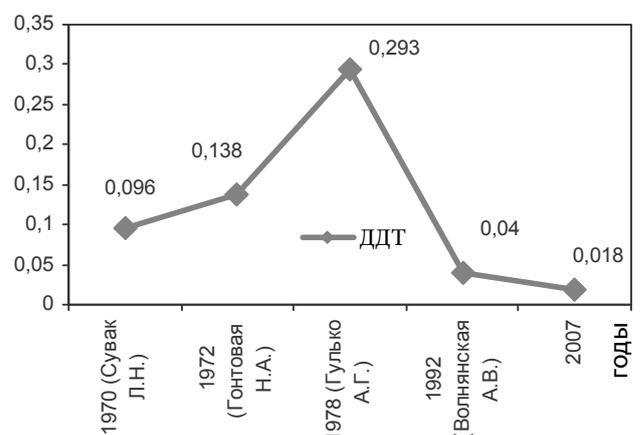
Проведенные нами научные исследования показывают, что в молочных продуктах и в грудном молоке содержатся одни и те же остатки пестицидов. Учитывая этот факт, можно предположить, что одним из основных источников поступления СОЗ в организм человека являются молочные продукты. Это предположение подтверждается и проведенным корреляционным анализом. Так, уровень контаминации грудного молока стойкими органическими загрязнителями коррелирует с содержанием р'р'-ДДЕ, суммой

метаболитов ДДТ и ГХЦГ в сметане (коэффициент корреляции = 0,5-0,86).

В организме человека ДДТ, поступивший с контаминированными продуктами питания, накапливается в жировой ткани. Данные химикаты могут далее элиминироваться с грудным молоком и проходить плацентарный барьер [1]. Согласно расчетам, произведенным учеными Германии [4], каждый младенец получает ДДТ с грудным молоком в два раза больше допустимой нормы. Исследованиями ученых из Англии, Норвегии, Швеции и др. [3], а также исследованиями отечественных ученых (2005-2007 гг.), установлено, что основным загрязнителем грудного молока является метаболит ДДТ – р'р'-ДДЕ. Данный метаболит также найден в пробах грудного молока жительниц стран Центральной и Южной Америки. Ученые из России [5], исследуя содержание СОЗ в грудном молоке жительниц северных районов, установили следующие концентрации изучаемых пестицидов: сумма метаболитов ДДТ – до 1392 мкг/кг, сумма ГХЦГ – до 736 мкг/кг, гексахлорбензол – 129 мкг/кг. Испанские ученые (2001 г.) установили, что содержание ДДЕ в грудном молоке колеблется в пределах 78 мкг/кг, гексахлорбензола – 245 мкг/кг, линдана – 107,7 мкг/кг [2].

Сотрудниками Кишиневского Государственного Медицинского Института (в 70-е годы прошлого столетия) установлено [12], что в 76,4% проб материнского молока присутствуют ДДТ и метаболит ДДЕ в концентрации 0,096 мг/кг. Результаты определения содержания СОЗ в жировой ткани указывают на присутствие в 95,6% случаев данных ксенобиотиков в концентрации 2,03 мг/кг. Остатки ДДТ и ДДЕ были обнаружены в печени, легких, надпочечниках, почках, миокарде, мозге (1,5 мг/кг).

Результаты определения содержания в грудном молоке стойких органических загрязнителей, проводившегося разными авторами в течение 1970-2007 годов в Молдове, представлены на графике.



Из представленных данных видно, что в середине 70-х годов прошлого столетия наблюдался максимальный уровень носительства ДДТ жителями республики. В течение последующих 30 лет уровень контаминации грудного молока снизился в 15 раз.

Несмотря на снижение уровня содержания ДДТ в грудном молоке, результаты научных исследований, проведенных в последние годы в лаборатории *Химические опасности и Токсикология*, показывают, что более чем в половине анализируемых проб содержится ДДТ в концентрациях, превышающих максимальные допустимые уровни, разрешенные в республике для продуктов детского питания. Таким образом, полученные данные подтверждают тот факт, что за прошедшие годы интенсивного применения хлорорганические пестициды широко распространились по всей территории республики. Данные соединения длительное время сохраняются в окружающей среде, циркулируют по пищевым цепочкам, поступают в организм человека, способствуя росту контаминации организма данными чужеродными веществами.

Поступившие в организм человека СОЗы могут депонироваться и накапливаться. Под *депонированием* понимают особый вид распределения ксенобиотиков, проявляющийся накоплением, а затем относительным постоянством их содержания в органе или ткани, в течение длительного времени. Причина депонирования – значительная растворимость токсикантов в липидах. СОЗы, прежде всего, накапливаются в жировой ткани и в тканях, богатых липидами. Для этих соединений жир является своеобразным депо в организме. У человека с нормальным весом жировая ткань составляет 15-20% от массы тела, у тучных людей – до 50% и более. Соответственно, риск накопления СОЗ для тучных людей возрастает. Жир (липиды), а, значит, и СОЗы, накапливается по всему организму со значительными отложениями не только в жировой ткани, но и в клеточных резервах, мембранах и т.д. Прекращение поступления загрязняющих веществ в организм является возможностью влияния на процесс депонирования ксенобиотиков. При определенных ситуациях, сопряженных с резким снижением содержания жира в организме, эти вещества могут выходить из депо и оказывать токсическое действие [10].

Выведение токсических веществ из организма происходит разными путями. Известно, что процесс, приводящий к снижению концентрации различных веществ в крови, органах и тканях (элиминация), осуществляется двумя путями: экскрецией – выведением веществ из организма в окружающую среду, и биотрансформацией. Под

биотрансформацией понимают химические превращения молекул ксенобиотиков, которые предназначены для превращения липофильных, плохо выводящихся из организма (таких как стойкие загрязнители) веществ в водорастворимые, способные к выведению из организма соединения. В процессе биотрансформации печень выступает и как орган экскреции, и как основной орган метаболизма ксенобиотиков. Следует отметить, что путь билиарной экскреции из организма с калом для хорошо растворимых в жирах соединений не приемлем. Дело в том, что если с желчью выделяется липофильное соединение, то в просвете кишечника оно подвергается быстрой обратной резорбции и по системе портальной вены вновь поступает в печень, при этом развивается «*внутрипеченочная циркуляция*» чужеродного вещества. Вследствие процесса реабсорбции процесс выделения жирорастворимых вещества в просвет кишечника путем простой диффузии также не является способом выведения жирорастворимых ксенобиотиков. Путем экскреции удаляются из организма метаболиты ксенобиотика. Таким образом, основной путь выведения липофильных чужеродных веществ из организма человека и животных осуществляется через процесс биотрансформации [10, 11].

Некоторое практическое значение имеет выделение ксенобиотиков с молоком кормящих матерей. В основе выделения через секреты желез лежит механизм простой диффузии. Эти способы экскреции практически не отражаются на продолжительности нахождения веществ в организме, но могут лежать в основе появления отдельных признаков интоксикации. Например, у лиц, страдающих *хлоракне* (специфическое раздражение кожи, вызываемое воздействием диоксинов), данный ксенобиотик обнаруживается как в жировой ткани, так и в выделениях сальных желез на коже. Исследованиями показано, что полихлорированные бифенилы (ПХБ) также обнаруживаются в выделениях сальных желез людей, подвергшихся их воздействию, при этом количество выделений сальных желез и концентрация ПХБ возрастают пропорционально.

Элиминация ксенобиотиков в молоко зависит от степени их персистентности в организме. Жирорастворимые соединения с большим периодом полувыведения определяются в молоке порой в значительных количествах. Экспериментальными исследованиями установлено, что элиминация хлорсодержащих инсектицидов в коровье молоко может составлять до 25% от введенного количества. Некоторого снижения концентрации вредных веществ в жировой ткани возможно добиться двумя путями: мобилизацией

остаточного жира и усиленным выделением токсичных веществ [10].

Рекомендациями для безопасного и эффективного выведения некоторого количества чужеродных веществ из организма человека являются:

1. *Здоровый образ жизни.* Формирование здорового образа жизни – процесс достаточно трудный, требующий значительных волевых усилий, знаний и т.д. Здоровый образ жизни считается одним из наиболее эффективных и натуральных методов первичной профилактики заболеваний. При формировании здорового образа жизни следует максимально избавиться от внешних, управляемых факторов риска, которые могут изменяться в зависимости от воли человека (курение, злоупотребление алкоголем, низкая физическая активность, избыточная масса тела, неправильное питание и повышенное содержание холестерина в крови). Одним из важных факторов здорового образа жизни является здоровое питание.

2. *Диета.* Рекомендуется обычная диета, содержащая углеводы, белки и меньшее количество жиров. Диета с низким содержанием белка повышает токсичность многих чужеродных веществ. Единственным изменением в диете является введение в рацион питания большого количества свежих овощей, не подвергающихся сильной кулинарной обработке, с большим содержанием клетчатки для сорбции токсических веществ, выделившихся в просвет кишечника. Клетчатка, состоящая из пектина, лигнина, целлюлозы, а в грибах – из хитина, не переваривается в кишечнике и выделяется из организма, способствуя активации работы кишечника, его освобождению от токсичных продуктов. Кроме этого, в продуктах растительного происхождения содержатся витамины, макро- и микроэлементы, органические кислоты, фитонциды и другие, крайне необходимые для организма биологически активные вещества.

3. *Рекомендуется также ежедневное употребление достаточного количества воды и других жидкостей (2,0–2,5 литра в сутки) для промывания организма.*

4. *Правильное приготовление и употребление пищи.* Основные количества персистентных ксенобиотиков поступают в организм человека с потребляемым жиром. Различные способы приготовления пищи способны как увеличивать концентрацию жира, так и значительно ее снижать в готовом продукте. Соответственно изменяется и концентрация жирорастворимых СОЗ. Воздействие химикатов, поступающих с жирной пищей (масло, молоко и все молочные продукты, мясо и все мясные продукты, рыба

и все рыбные продукты) можно существенно уменьшить такими методами, как срезание жира с мяса, потребление нежирных молочных продуктов и просто термообработка продуктов питания. Более предпочтительна вареная пища, чем жареная. Растительная пища загрязнена остатками СОЗ в меньшей степени. Полезнее употреблять рафинированные растительные масла, так как в процессе очистки снижается содержание загрязняющих веществ. Продукты, произведенные в условиях промышленного производства, менее контаминированы СОЗ, чем у частных производителей. Следует отметить, что немаловажную роль в обсуждаемом контексте имеет требование потребителем наличия гигиенического сертификата на приобретаемый продукт питания. Имеет значение информация о дате производства, стране-производителе, жирности продукта, наличии дополнительных добавок и т.д.

5. *Физические упражнения.* Они предназначены для углубления циркуляции крови в тканях и для ускорения жирового обмена. Многочисленные исследования показали, что физические упражнения способствуют циркуляции крови в тканях, а также мобилизации липидов из накапливаемых отложений. Мобилизация жировых накоплений сопровождается мобилизацией токсинов в жировой ткани. Повышенный обмен жиров приводит к мобилизации накопленных в жировой ткани химических веществ и к возможности выведения их из организма [13].

6. *Водные процедуры, посещение сауны.* Как уже отмечалось, химические соединения могут выделяться различными путями, включая кал, мочу, пот, выделения сальных желез и легочный пар. Аспект сауны в этом случае имеет двойную цель. Воздействие тепла является средством для повышения циркуляции и улучшения выведения соединений через пот и выделения сальных желез. В дополнение к усилению потоотделения, повышенная температура тела приводит к повышенному выделению секрета, производимого сальными железами. Правильное использование водных процедур имеет принципиально важное значение. Во время пребывания в парной в организме усиливаются все обменные процессы, активизируется функция печени. Из различных депо органов и тканей в общий кровоток выбрасываются резервы крови, а с ними и отложившиеся токсические продукты, которые затем поступают с кровотоком в печень с последующим выбросом из организма [13].

7. *Прием витаминов и микроэлементов.* Одно из действий токсических веществ состоит в том, что они создают дефицит витаминов и минеральных веществ в организме (витамина С,

витаминов группы В). Исследованиями, проведенными на животных, установлено, что отравление полихлорированными бифенилами приводит к значительному уменьшению содержания витамина А в печени и выделениях сальных желез [10, 13]. Такие элементы, как кальций, медь, железо, цинк, марганец необходимы для реализации функций оксидаз смешанной функции [10]. Их дефицит существенно подавляет активность микросомальных ферментов, участвующих в процессе биотрансформации ксенобиотиков. Аналогичным образом действует дефицит витаминов (аскорбиновой кислоты, токоферола, витаминов комплекса В). Восполнить недостаток этих веществ можно употреблением в пищу продуктов растительного происхождения.

8. Для особо уязвимых групп населения, которыми являются женщины репродуктивного возраста и дети до года, снижение уровня накопления токсических химических веществ крайне необходимо, так как переход персистентных контаминантов в организм новорожденного, вскармливаемого материнским молоком, вызывает серьезное беспокойство в связи с возможностью токсического воздействия данных соединений на организм ребенка [2]. С точки зрения проведения оздоровительных мероприятий, повышающих качество и безопасность грудного молока, можно рекомендовать проведение корректировки диеты с переходом от жиросодержащих продуктов животного происхождения на растительные продукты, в которых белки и жиры содержат меньше персистентных хлорорганических соединений. При такой диете повышается качество и безопасность грудного молока, а его питательная ценность от этого не страдает. Например, при замене 3-х процентного молока на полтора процентное, а мяса свинины – на мясо курицы женщина получает не менее ценный белок, снижая при этом риск накопления вредных химических веществ [7]. Белорусские ученые предлагают проводить коррекцию рационов питания беременных и кормящих женщин путем введения в пищу биологически активной добавки на основе пектина или спирулины [8].

Все эти рекомендуемые меры являются доступными, безопасными и легко выполнимыми. Тем не менее, перед применением некоторых из них (сауна, физические нагрузки) необходимо обязательно проконсультироваться с семейным врачом о состоянии здоровья и возможности их использования для конкретного индивидуума.

Заключение.

Результатами проведенной оценки поступления СОЗ с продуктами питания (и с грудным молоком) установлено, что контаминация организма

человека может представлять угрозу здоровью населения от воздействия данных экотоксикантов. Выполнение предложенных рекомендаций в определенной степени снизит опасность вредного воздействия стойких органических загрязнителей на организм человека и будет способствовать улучшению состояния здоровья.

Тем не менее, самым эффективным путем минимизации воздействия различных загрязняющих веществ является внедрение мер первичного предупреждения, нацеленных на сокращение загрязнения химическими соединениями окружающей среды, а также внедрение экологически безопасных технологий производства и переработки продуктов питания.

Литература

1. Craan A. G., Haines D. A., *Twenty-five years of surveillance for contaminants in human breast milk*, in *Environmental contamination and toxicology*, volume 351, 1998, p. 702-710.
2. Campoy C., Olea-Serrano F., Jimenez M. et al., *Diet and organochlorine contaminants in women of reproductive age under 40 years old*, in *Early Human Development*, 65 suppl., 2001, p. 173-182.
3. Noren Koidu, Meironyte Daiva, *Certain organochlorine and organobromine contaminants in Swedish human milk in perspective of past 20-30 years*, in *Chemosphere*, volume 40, 2000, p. 1111-1123.
4. Ott M., Failing K. et. al., *Contamination of human milk in Middle Hesse, Germany – a cross-sectional study on the changing levels of chlorinated pesticides, PCB congeners and recent levels of nitro musks*, in *Chemosphere*, volume 381, 1999, p. 13-32.
5. Polder A., Odland J. O. et. al., *Geographic variation of chlorinated pesticides, toxaphenes and PCBs in human milk from sub-arctic and arctic location in Russia*, in *The Science of the Total Environment*, volume 306, 2003, p. 179-195.
6. Volneanschi Ana, Stratulat Tatiana, Socoliuc Pavel ș.a., *Cercetări privind poluarea factorilor mediului înconjurător cu pesticide organoclorurate*, în *Revista de igienă și sănătate publică*, România, vol. 55, nr. 4, 2005, p. 8-13.
7. www.vminsk.by/news/.
8. www.bsnu/bmm/03, 2003.
9. Wheelock Vemer, *Food safety: A key issue for consumers?*, in *International Journal of Dairy Technology*, volume 51, no. 1, 1998, p. 11-14.
10. Куценко С.А., *Основы токсикологии*, С.-П., т. 4, 2003, 720 с.
11. Кулинский В.И., *Обезвреживание ксенобиотиков*, в *Соросовский образовательный журнал*, № 1, 1999, с. 8-12.
12. Отчет о научно-исследовательской работе *Состояние здоровья населения в условиях интенсивного применения пестицидов*, Кишинев, 1985, 617 с.
13. Хаббард Л. Рон, *Чистое тело - ясный ум: эффективная программа очищения*, Москва, изд. Нью Эра, 2000 г., 300 с.

Представлен 12.05.2011

Raisa Sârcu,

dr. în biologie, cercetător științific superior,
lab. științific *Pericole chimice și toxicologie*,
Centrul Național de Sănătate Publică.

tel.: +373 22 574-628,

e-mail: raisasircu@gmail.com, rsircu@cnspl.md.