

Жизнь после Чернобыля: 30 лет спустя.

Как растения и животные адаптировались к последствиям радиационной аварии?

30 лет назад произошла авария на Чернобыльской атомной электростанции. Радиоактивным цезием было загрязнено 23% территории Беларуси, стронцием — 10%, трансурановыми элементами — плутонием -238, -239, -240 — 2%. Кроме опасных радиоактивных веществ, в окружающую среду поступило около 250 тысяч тонн свинца, ионы которого весьма токсичны для организма животных и человека. В Беларуси значительную часть загрязненной территории (215 тысяч квадратных километров) было решено отдать Полесскому государственному радиационно-экологическому заповеднику. О том, как повышенный радиационный фон повлиял на живые организмы, рассказывают специалисты Института радиобиологии Национальной академии наук Беларуси.



В результате аварии на четвертом энергоблоке АЭС произошел выброс радионуклидов в окружающую среду. Период их полураспада — от нескольких суток до тысяч лет. К примеру, период полураспада йода -131 составляет 8 суток, именно за такое время распадается половина его изотопов, в следующие — от оставшихся снова половина и так до тех пор, пока не распадутся все. Но несмотря на короткий период “жизни”, именно этот элемент оказался наиболее опасным для человека (от “йодного удара” пострадали миллионы жителей Беларуси, Украины, России). У

стронция -90 период полураспада составляет 29,12 лет, у цезия -137 — 30 лет. Кроме них, были выброшены долгоживущие изотопы трансурановых элементов. У различных изотопов плутония период полураспада составляет сотни и даже тысячи лет. К слову, плутоний -241, распадаясь, превращается в не менее опасный америций -241. Он будет находиться в зоне отчуждения на протяжении тысяч лет.

“Депозит” радионуклидов: что происходит в почве?

В первые годы после аварии защитные меры в сельском хозяйстве были направлены на борьбу с цезием, так как именно он формировал основную дозу облучения. Спустя несколько лет возникла проблема со стронцием, который под воздействием внешней среды высвобождался из топливных частиц. Биологическая доступность стронция выше, чем у цезия.

По словам ученых, почва является основным “депозитом” радионуклидов. Изначально радионуклиды выпали на ее поверхность. Но с течением времени они стали медленно мигрировать вглубь под действием дождевой влаги и других факторов. Перемещению радионуклидов способствуют дождевые черви, кроты и другие почвенные животные: они перемешивают землю в результате своей жизнедеятельности.

— Процесс миграции медленный, со временем он затормаживается. Сегодня основная масса радиоактивного цезия находится в почве в фиксированном состоянии, он очень слабо переходит в урожай сельскохозяйственных растений, — рассказывает заведующий лабораторией радиоэкологии Александр Никитин. — Другое дело стронций, формирующий на порядок более высокую дозу, чем цезий, при аналогичных уровнях поступления в

организм. Стронций остается в доступной форме и активно накапливается растениями.

Загрязнение сельскохозяйственной продукции цезием -137 и цезием -134 стало проблемой номер один в первые годы после чернобыльской катастрофы. Но с течением времени этот элемент закрепляется в кристаллической решетке глинистых минералов: таким образом “консервировалось” практически 90% цезия. Спустя десятилетие проявилась проблема со стронцием. В первые годы после аварии сохраняли свою структуру топливные частицы, в состав которых он входил. Но постепенно они разрушались и стронций переходил в свободное состояние.

Ситуацию могут спасти леса, под пологом движение воздушных масс незначительно, радиоактивные аэрозоли практически не поднимаются в воздух. Ученые предполагают, что цезий включается в круговорот веществ в лесной экосистеме, а это обуславливает его своеобразную “динамическую фиксацию”. Правда, если произойдет лесной пожар, ситуация изменится в противоположную сторону.

Науке известен метод биоремедиации, когда высаживаются растения, которые сильно поглощают радионуклиды из почвы. Затем биомасса срезается и уничтожается либо консервируется. Однако, чтобы достичь заметного успеха в борьбе с цезием, необходимы многие десятки и сотни подобных циклов. Будет накоплена огромная масса растительного материала, загрязненного радионуклидами. По мнению Александра Никитина, на таких землях лучше высаживать лес. К моменту его спелости активность радионуклидов многократно снизится за счет естественного распада.



Фиалковые не любят цезий

— Радионуклид — это, по сути, химический элемент с определенной изотопной составляющей. Растение не может различить: где радиоактивный цезий -137, а где обычный, поэтому поглощает все. К тому же цезий -137 — аналог калия, которым питается растение, — объясняет старший научный сотрудник лаборатории радиационной экологии Наталья Шамаль. — В свою очередь стронций — аналог кальция, элемента, который необходим для построения растений и является основой костной ткани позвоночных животных.

В почве оба элемента — цезий и калий — конкурируют между собой, вследствие чего в качестве основной контрмеры снижения цезия в растениях с первых лет после аварии является внесение в почву повышенных доз калийных удобрений. К слову, в то время в стране проводилась программа по увеличению содержания калия в почве, так как земли были бедны этим элементом. Такие меры применяются и сегодня.

Для снижения поступления в почву стронция проводилось известкование. В этом случае конкурентом радионуклида выступает кальций. Также известно: чем больше в почве гумуса — тем меньше радионуклидов.

Больше всего загрязняющих веществ накапливается в корнях растения, и далее их содержание снижается по цепочке: стебель > листья > цветы > плоды. В листьях салата, щавеля и петрушки аккумулируется радионуклидов больше, чем в плодах томата, кабачка и огурца, где их накопление минимально. Также замечено, что молодые части растений всегда содержат больше калия, чем цезия.

В настоящее время радионуклиды в растения поступают в основном через корни, однако в засушливые периоды возможно поверхностное загрязнение растений за счет ветрового переноса пылевых частиц, содержащих радионуклиды.

— У капусты на листьях есть восковой налет, к которому вещества не прилипают, поэтому на листьях оседает мало радионуклидов. А у березы листочки липкие, особенно в период распускания, поэтому на них содержание радионуклидов больше, — отмечает Наталья.

При изучении естественных лугов, характеризующихся богатым видовым разнообразием, установлена специфика видов по отношению к радионуклидам. Одни из них накапливали радионуклида больше, другие — меньше. Оказалось, что фиалковые накапливают мало цезия, а гречишные — много. При чем разница в содержании элемента в разных частях растений и различных видов может достигать до 180 раз. Почему так происходит?

— Одним растениям не нужны высокие дозы калия, а другим он жизненно необходим. То же и с кальцием: есть растения кальциефилы, а есть и кальциефобы, — объясняет Наталья.

Интересно, что разные сорта одного вида по-разному накапливают радионуклиды. Известно также, что ранние и средние сорта овощей накапливают меньше радионуклидов, чем поздние.

Случаются ли мутации у растений? Оказалось, в первые годы после аварии ученые фиксировали подобные случаи: к примеру, наблюдали аномальные колосья подорожника. В настоящее время на территории Полесского радиационно-экологического заповедника наблюдаются аномалии развития молодых растений сосны, когда вместо привычного основного побега на ней располагалась целая мутовка. Правда, уже через год-два аномальное изменение исчезает и растения выглядят обычно. Ученые отмечают, что со временем у растений стало намного меньше генетических нарушений, так как нежизнеспособные семена с “мутациями” выпадали из популяции, оставались самые стойкие и живучие. Словом, естественный отбор в действии.

— Четкой адаптации к радиационному загрязнению у растений не выявлено. Однако у них работают механизмы приспособления к недостатку влаги, низким и высоким температурам, и, возможно, некоторые системы адаптации “включаются” при высоком фоне радиации, — отмечает специалист.

Можно ли составить список самых “активных” накопителей радионуклидов среди ягод и грибов? По словам Натальи, сами заготовители признаются: грибы, собранные даже в одном и том же месте, не

каждый год проходят по нормативу. Это зависит от количества выпавших осадков.

В первые годы после аварии самым чистым среди грибов считался боровик. В качестве индикатора радиоактивного загрязнения использовали польский гриб, но теперь ситуация изменилась. Спустя 30 лет накопление цезия -137 белым грибом увеличилось, а польским — снизилось. Причина кроется в миграции радионуклидов вглубь почвы. У польских грибов мицелий расположен в верхних слоях почвы, поэтому и накапливал он больше в первые годы. Грибница боровиков располагается в почве глубже, поэтому в первые годы грибы были “чистыми”. Однако по мере миграции радионуклидов в почву цезий -137 стал доступен и для грибницы белого гриба.

Определенную роль играет взаимодействие растений между собой. Если возле сосны произрастает бересклет (корни у него располагаются в верхних слоях почвы), возникнет конкуренция, в результате чего корни сосны “уходят” на большую глубину, подальше от корней бересклета и, соответственно, радионуклидов. Древесина у этих деревьев будет незагрязненной. А если на одной площадке высадить смесь злаковых и бобовых, то растения будут содержать меньше радионуклидов по сравнению с такими же растениями, но растущими отдельно.



У крыс отказывает щитовидная железа

В 2014 году были опубликованы результаты международного исследования, согласно которым птицы из зоны смогли

приспособиться к ионизирующему излучению. Общеизвестно, что один из механизмов реализации его повреждающего действия в живых клетках осуществляется через возникающие свободные радикалы, которые вызывают повреждения генетических и других важных структур клеток, а в случае значительного радиационного воздействия — гибель животного. Повышение выработки антиоксидантов может способствовать выживанию животных в условиях нестандартной радиационной обстановки.

У многих видов чернобыльских птиц это и произошло. Экологи исследовали 152 птицы 16 видов. Выяснилось, что птицам, отловленным в пределах зоны отчуждения, высокий радиационный фон не вредит. Это первый известный науке пример адаптации диких животных к хроническому воздействию радиации.

С 2003 года сотрудниками Института радиобиологии ведутся исследования влияния радиации на состояние животных из зоны отчуждения — мышевидных грызунов, енотовидных собак и диких кабанов.

— Следует отметить, что после десятилетий хронического облучения у диких мышевидных грызунов отмечается повышенный уровень цитогенетических нарушений: в частности, наблюдается повышенный уровень микроядер в клетках костного мозга, — рассказывает заведующая лабораторией комбинированных воздействий Светлана Сушко.



После трех месяцев нахождения в зоне у лабораторных мышей повышался уровень микроядер в клетках костного мозга,

для них характерен высокий спонтанный уровень опухолей легких. Причем это явление наблюдалось не только у самих мышей, но и у их потомков. Такой же эффект наблюдали и по тесту аденом легких. Кроме того, у животных, находящихся в условиях радиационного загрязнения, повышается чувствительность к дополнительному воздействию.

Ученые исследовали воздействие радиации на щитовидную железу и обмен гормонов. Так, длительное пребывание лабораторных крыс в зоне вызывало снижение у них уровней тиреоидных гормонов на 50-30% от значений у контрольных животных. Наблюдалась значительная гипофункция щитовидной железы и нарушение обмена ее гормонов в тканях печени и почек.

У крыс, содержащихся в зоне радиоактивного загрязнения в течение месяца, наблюдалась небольшая десинхронизация сердечного ритма. Также были отмечены значительные нарушения в репродуктивной системе.

Совместно с российскими учеными из УрОРАН (Сыктывкар) проведены эксперименты на дождевых червях, в результате которых выяснили, что процессы репарации у червей из зоны Полесского заповедника проходят быстрее, чем у контрольных, хотя уровень хромосомных повреждений в обоих случаях был примерно одинаков.

Для енотовидной собаки и кабана был проведен анализ нормохромных эритроцитов в периферической крови. Важно отметить, что у енотовидной собаки накапливается в 2-3 раза больше цезия, чем у кабана, но частота нарушений эритроцитов у последнего выше. Вероятнее всего, такой эффект связан с метаболизмом и биологическими особенностями вида.

Специалисты отметили, что кабаны и собаки адаптируются к загрязнению цезием, что выражается повышением интенсивности антиокислительных процессов, снижением интоксикации организма. Специалисты лаборатории комбинированных воздействий также занимаются поиском веществ природного происхождения, которые могут уменьшать нарушения в организме при воздействии радиационных факторов. Лабораторных мышей облучали в

полулетальной дозе радиации (для мышей она составляет 7 Гр). Затем животным вводили раствор, полученный из культивированных высших грибов: опенка зимнего, веселки, щелелистника. В результате ученые отметили повышение выживаемости облученных животных на 24% только за счет использования грибов. Общеизвестно, что грибы и лишайники, обладающие радиопротекторными свойствами, способны очистить организм животных от токсинов.

Екатерина РАДЮК

**Фото из архива Института
радиобиологии НАН Беларуси**

Источник: Родная прырода. — 2016. — №
4. — С. 5-8.