

ДК 630*266:546.79

С.С. Авотін, канд. фіз.-мат. наук, доцент

Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

E-mail: stanislav_avotin@mail.ru

ЛІС І ЗАТРИМАННІ РАДІОАКТИВНИХ ВИКИДІВ

Під час роботи та при аваріях ядерних реакторів утворюється близько 700 різних радіонуклідів (табл.1). До складу аварійних викидів входять як нетривкі радіонукліди (період напіврозпаду до 15 діб), так і тривкі ($T_{0,5}$ більше 15 діб), тому зі збільшенням часу, що пройшов з моменту аварії, дози опромінювання формуються в основному за рахунок тривких радіонуклідів. Найбільший вклад (більш ніж 1%) у ефективну еквівалентну дозу дають елементи: водень-3 (β -розпад), вуглець-14 (β -розпад), цезій-137 (β, γ -розпад), стронцій-90 (β -розпад), рутеній-103 (β -розпад), йод-131 (β, γ -розпад), церій-144 (β, γ -розпад). При первинному випаданні радіонуклідів з атмосфери поле радіоактивного забруднення формується під впливом метеорологічних і ландшафтних факторів. Найбільш значущими з ландшафтних факторів є: рельєф земної поверхні, тип рослинності, гідрографічна мережа.

Таблиця 1

Основні радіонукліди, які утворилися в результаті аварії на ЧАЕС

Елемент	Символ	$T_{0,5}$	Елемент	Символ	$T_{0,5}$
Тритій	3_1H	12,3 роки	Йод	${}^{131}_{53}J$	8 діб
Вуглець	${}^{14}_6C$	5730 роки	Цезій	${}^{134}_{55}Cs$	2 роки
Магній	${}^{27}_{12}Mg$	10 хв	Цезій	${}^{136}_{55}Cs$	13 діб
Фосфор	${}^{35}_{15}P$	14,3 діб	Цезій	${}^{137}_{55}Cs$	30 років
Стронцій	${}^{89}_{38}Sr$	54 доби	Церій	${}^{144}_{58}Ce$	285 діб
Стронцій	${}^{90}_{38}Sr$	29 років	Плутоній	${}^{241}_{94}Pu$	68 років
Рутеній	${}^{103}_{44}Ru$	39 діб	Америцій	${}^{241}_{95}Am$	432 роки
Рутеній	${}^{106}_{44}Ru$	374 доби	Самарій	${}^{244}_{96}Sm$	18 років

Осідання часток аерозолів на землю зумовлюється залежно від їх розміру впливом гравітаційних сил і турбулентного перемішування повітря. Розміри частинок лежать у досить значних межах - від 0,001 до 800 мкм. Поведінка легких частинок малого розміру (до 200 мкм) біля межі поділу атмосфера -

земля більшою мірою визначається турбулентною дифузією, тому швидкість їх осідання змінюється залежно від характеру підстилаючої поверхні. Зі всіх елементів підстилаючої поверхні найбільшою мірою змінюють турбулентність повітря лісові насадження. Лісові насадження зменшують вертикальні пульсації швидкості вітру і утворюють менше вихорів впливаючи на осідання аерозольних часток. Таким чином, вони відіграють важливу роль у формуванні полів радіоактивного забруднення виконуючи функцію накопичувачів радіонуклідів. Наземна рослинність – це перший екран, що затримує радіоактивні речовини. Після аварії на ЧАЕС лісові масиви накопичили приблизно на 30% більше активності, ніж навколишні поля. Найбільша щільність радіоактивного забруднення лісових масивів довгоживучими радіонуклідами спостерігається на узліссях з навітряного боку. У початковий період після аварії, коли в довкіллі перебувала велика кількість короткоживучих радіоактивних елементів, роль лісу в перерозподілі радіонуклідів була особливо значною. Результати досліджень показують значну різницю щільності забруднення ґрунту в лісових насадженнях навіть у межах одного кварталу. Таку строкатість забруднення можна пояснити неоднорідністю лісів і їх локального впливу на швидкість переносу радіонуклідів. Затримування рослинами твердих аерозолів залежать від: фітомаси на одиницю площі, швидкості вітру, розміру аерозольних частинок, відносної вологості повітря, форми, розміру, властивостей поверхні листя та інших надземних органів рослин. Найбільшою біомасою на одиницю площі характеризуються лісові біоценози. Затримування частинок лісом глобальних випадінь складає 50 – 100%. Цей коефіцієнт зменшується до 20% у листяних насадженнях після листопаду. Хвойні дерева добре утримують радіацію. За здатністю затримувати радіоактивні викиди елементи підстилаючої поверхні утворюють такий ряд: сосновий молодняк-середньовіковий сосняк-лістяні ліси-луки і посіви-рілля. Після іонізуючого опромінювання у рослин розвивається радіаційний синдром, який на початку має спільні риси з аналогічним синдромом у тварин. Специфіка формування радіаційного синдрому у рослин полягає в тому, що всі органи рослини формуються з меристем, тому при їх опроміненні спостерігається ушкодження майже всіх органів – як вегетативних, так і генеративних. Ступінь впливу іонізуючого випромінювання на рослини визначається потужністю джерела випромінювання, тривалістю його дії на рослини. Розрізняють гострий та хронічний вплив іонізуючого випромінювання на рослину. Під час гострого опромінення найбільше ушкоджуються клітини, що перебувають у стані активного поділу. У рослин виявлено також дистанційну дію випромінювання, коли з опроміненої частини в неопромінені переносяться речовини, здатні пошкоджувати меристеми. Різні органи рослин по-різному реагують на опромінення: найчутливіші – генеративні, потім – всі органи, що на момент опромінення складаються з меристем, які активно діляться. У рослини змінюється морфологія трахей і трахеїд; у коренів посилюється розгалуження, порушується утворення кореневих волосків. Може змінитись порядок розміщення листків, філотаксис, можуть виникнути фасціації, пухлинні утворення. Змінюється форма листка, порядок жилкування;

стимулюється утворення калюсу, що призводить до розвитку місцевих розростань (пухлин) або до появи бруньок в незвичних місцях. На місці таких розростань нерідко утворюються корінці. Іноді радіація вповільнює ріст, прискорює процеси цвітіння у рослин. Характерною реакцією на опромінення є потовщення листкових пластинок, що перебуває в прямій залежності від дози та в зворотній від сформованості листя до моменту опромінення. Зі збільшенням поглинутої дози в меристемах можуть спостерігатися клітини збільшених розмірів, як наслідок затримки їх поділу. Це призводить до передчасної їх диференціації і прискореного старіння. Повне припинення розвитку і росту листя настає при дозі іонізуючого опромінення близько 90 Гр. Значно рідше під дією іонізуючого випромінювання виникають аномалії розвитку окремих органів, зумовлені соматичними мутаціями. Якщо в процесі клітинних поділів такі мутагенні клітини не ліквідуються, виникають органи зміненої морфологічної структури. За природою вони належать до генетичних, що передаються спадково. Летальний вплив радіації на рослинні клітини може відбуватися: через ушкодження їх генетичного апарату, що спричиняє репродуктивну загибель клітин, або за безпосереднього руйнування клітин. Щоб спричинити загибель клітин безпосередньо, необхідна доза в 3-4 рази більша, ніж для того, щоб позбавити її здатності до поділу. Іонізуюче випромінювання навіть у дуже великих дозах (1000-2000 Гр) не відразу вбиває вегетуючі рослини. Останні довго після опромінення можуть залишатись тургорними, зеленими, навіть здатними накопичувати пластичні речовини, хоча здатність клітин меристеми до поділу в їх меристемах вже повністю і безповоротно втрачена. У рослин, що одержали дозу, близьку до летальної, згодом можливе відновлення. Разом з тим низькі дози, легко витримувані під час короткочасного опромінення, стають летальними за тривалої дії. Це так званий ефект накопичувальної дії радіації на рослину. Таким чином, загибель рослини після опромінення може реалізуватись як дуже віддалений ефект.

Література

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Черкаській області Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. посібник. – 3-тє вид., - К.: Т-во "Знання", КОО, 2004. – 309с.
2. Куликов Н. В., Молчанова И. В. Радиоэкология почвенно-растительного покрова. – Свердловск: УрО АН СССР, 1990. – 170 3. с.
3. Маргулис У. Я. Атомная энергия и радиационная безопасность. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 224 с.
4. Мокронос М. Г., Куликов Н. В. Радиоэкологическое изучение природных экосистем в зоне атомных электростанций// Екологія. – 1988. № 3. – с. 40-45.
5. Чернобыльская катастрофа (Гл. ред. В. Г. Барьяхтар). – Киев, Наукова думка, 1996. – 575 с.