

POLUAREA RADIOACTIVĂ

Iuliana ILIESCU *

Radioactivitatea poate fi definită ca proprietatea unor elemente de a se transforma, prin dezintegrare, în alte elemente, după emiterea unor radiații. Există o radioactivitate naturală, de origine cosmică (emisă de diverse corpuri cerești, mai ales de Soare) și terestră, emisă de rocile terestre, precum și o radioactivitate artificială, provocată de activitatea umană.

Poluarea radioactivă poate fi definită ca o creștere a radiațiilor, ca urmare a utilizării de către om a substanțelor radioactive. Radiațiile emise de substanțele radioactive sunt de trei tipuri:

- radiații *gamma*, constituite din unde electromagnetice de mare frecvență, foarte penetrante;
- radiații *beta*, compuse din electroni a căror viteză de deplasare este apropiată de a luminii și pot pătrunde în țesuturile vii, până la mai mulți centimetri;
- radiații *alfa* încărcate pozitiv, care sunt nuclei de heliu, foarte puțin penetranți pentru țesuturile vii.

Din punct de vedere ecologic, sunt toxici în special derivații radioactivi ai elementelor simple ce intră în constituenții fundamentali ai materiei vii: C^{14} , P^{32} , Ca^{45} , S^{35} , I^{131} . Aceștia pot fi încorporați în organism și reprezintă sursa de iradiere internă periculoasă, datorită proprietăților lor chimice analoge cu acelea ale compușilor naturali din organismele vii. Așa se prezintă Sr^{90} analog cu Ca și Ce^{137} analog cu K , care sunt cei mai periculoși radioizotopi eliberați în mediu ca urmare a îndepărtării deșeurilor radioactive și a recăderilor datorate exploziilor nucleare.

Surse de poluare radioactivă. Sursele artificiale de poluare radioactivă sunt de două categorii: controlate și necontrolate.

Cele controlate se referă la: acceleratorii de particule în scopul cercetărilor, generatoarele de raze X, aparate și instalații de uz casnic (radioterapeutică, aparate de televiziune), surse legate de reacții nucleare (reactori nucleari bazați pe fisiune nucleară), radioizotopi utilizați în diverse laboratoare.

Sursele necontrolate se referă la: căderi radioactive rezultate din experiențele nucleare, deșeuri radioactive rezultate din activitățile economice și din cercetare.

Efectele poluării radioactive. Din punctul de vedere al modului de acțiune al radiațiilor, poluarea poate fi de două categorii:

1- Poluare radioactivă directă, atunci când omul inhalează aerul poluat. Acest tip este provocat fie datorită accidentelor de la reactorii nucleari sau uzinele atomo-electrice, fie printr-un război atomic. Se cunosc, până în prezent, aproximativ 170 de accidente nucleare serioase, dintre care cel de la Cernobâl este mai cunoscut și mai apropiat de noi. Un real pericol îl constituie centrala atomo-electrică de la Koslodui, Bulgaria.

2- Poluare radioactivă indirectă – începe prin căderile radioactive din atmosferă și depunerea lor pe sol, pe culturile agricole etc. Aceste depuneri se concentrează în lungul lanțurilor trofice, după următorul traseu: aer → sol, culturi, ierburi și ape → animale → om.

Algele concentrează de 1000 de ori mai multe substanțe radioactive decât se află în apă, fitoplanctonul de 5000 de ori, iar animalele acvatice le concentrează și mai mult. Plantele terestre le concentrează mai ales în frunze și tulpini, de aici pericolul pentru ierbivore, care le concentrează și mai mult, laptele fiind cel care vehiculează masiv aceste radiații. Moluștele bivalve de apă dulce concentrează de 100 de ori mai mult iod radioactiv față de concentrația din apă. Peștii dulcicoli, care se află în verigile superioare ale lanțurilor trofice, sunt de 20.000-30.000 de ori mai radioactivi decât apa în care trăiesc.

Fenomenul de concentrare se observă și în lanțurile trofice la capătul cărora se află păsările ihtiofage. Astfel, s-a constatat că P^{32} (în râul Columbia, SUA) a trecut de la concentrația

* Colegiul Național Vocațional "N. Titulescu", Slatina

de 1, din apă, la concentrația de 35 la nevertebratele acvatice (crustacee, insecte) și la concentrații de 7500 în corpul rațelor.

Omul, ultima verigă a lanțului trofic, preia aceste elemente poluate ce pătrund în tubul digestiv după absorbția alimentelor animale și vegetale poluate radioactiv. Acest proces este posibil datorită fenomenului de substituție între elementele radioactive și cele de care organismul are nevoie. Așa, de exemplu, când peștele, legumele, laptele conțin chiar urme de Sr^{90} , vasele fixează o parte din acesta, confundându-l cu Ca. Așa se face că în oasele copiilor ce se hrănesc cu pește s-a găsit Sr^{90} în cantități mai mari decât la părinți. Acest pericol este cu atât mai mare, cu cât substanțele radioactive sunt remanente, organismul uman neputând distruge aceste elemente.

Iradierile experimentale au arătat că numeroase specii vegetale și animale prezintă o mare variabilitate a rezistenței lor față de doza letală, organismele cele mai rezistente fiind bacteriile, iar cele mai puțin rezistente, mamiferele superioare, inclusiv omul. Radiosensibilitatea variază cu vârsta indivizilor, organismele tinere și embrionii fiind mult mai sensibile. De asemenea, expunerea cronică la radiații reduce longevitatea indivizilor, precum și diminuarea coeficientului de creștere naturală.

Efectele radioactivității asupra omului. S-a constatat că populația este supusă unei radiații naturale de 100-150 mremi (mremul fiind unitatea de radiații care produce aceleași efecte biologice ca și un roentgen de radiații X). Omul poate suporta o radiație de până la 1000 mremi, însă Comisia Internațională de Protecție contra Radiațiilor a stabilit norma maximă admisibilă de 5000 mremi/ind./an. Efectele fiziologice ale radiației se manifestă prin diverse tulburări: amețeli, dereglări intestinale ce pot merge până la decese. Efectele directe se manifestă prin arsuri diverse. De asemenea, radiațiile se comportă ca agenți cancerigeni sau mutageni. Mai întâi rezultă o alterare a cromozomilor, apoi o modificare a codului genetic.

Efectele genetice ale radiațiilor. Sunt dependente de doză, debitul dozei, tipul radiației, viteza diviziunii celulare, numărul cromozomilor, reversibilitatea leziunilor cromozomale.

La nivel celular, efectele radiațiilor sunt foarte variate, ele determinând încetinirea sau blocarea diviziunii celulare, pierderea definitivă a capacității de diviziune și chiar moartea celulelor. Sub influența radiațiilor ionizante se produc diferite tipuri de restructurări cromozomiale, inversii, translocații, duplicații.

Radiațiile ionizante și biosfera. Prin contaminarea radioactivă a mediului are loc pătrunderea substanțelor radioactive în organismele vegetale, animale și umane, producându-se un fenomen de iradiere internă, datorită prezenței unor izotopi radioactivi (I^{131} , Sr^{90} , Cs^{137}). Radiațiile afectează materialul biologic în mod variat, însă efectul cel mai critic este cel la nivelul informației genetice, adică la nivelul ADN-ului. În mod natural, o parte din leziunile ADN-ului sunt *reparate* cu ajutorul unui echipament enzimatic complex din celula vie. Este vorba despre așa-numitul "proces reparator al ADN-ului". O altă parte a leziunilor provoacă modificări în structura și numărul cromozomilor din celulă, precum și a genelor, astfel că celula vie suferă mutații sau, în cazul unor doze mari de iradiere, efectul acestora poate fi letal.

Leziunile la nivelul ADN-ului, provocate de radiațiile ionizante, au ca efect transformarea protooncogenelor în oncogene, fapt ce determină apariția de cancere. Inducția de cancere este primul efect somatic tardiv al radiațiilor. De asemenea, la femeile însărcinate, radiațiile ionizante determină, mai ales în primele luni de sarcină, modificări genetice la nivelul embrionilor și al fătului, care pot duce la apariția unor malformații la copiii nou-născuți.

Important este faptul că nu există doze-limită sub care radiațiile sunt total inofensive. Există numai doze de risc redus.