

614.9:619.2/.4-021.1[539.16]:614.8[593.16]

DEKONTAMINACE PRASAT, OVCÍ A SKOTU POVRCHOVĚ KONTAMINOVANÝCH ŠTĚPNÝMI PRODUKTY

II. Odstraňování radionuklidů zirkonu, niobu, rutenia a ceru

František HAVLÍČEK, Jozef HRUŠOVSKÝ, Jiří MACH

Vojenský veterinární výzkumný ústav v Praze

V prvním sdělení (Havlíček a spol. 1972) jsme se zabývali povrchovou dekontaminací hospodářských zvířat kontaminovaných radionuklidy Cs, Sr a J. Přes značně rozdílné chemické vlastnosti těchto elementů je společným znakem to, že jejich radionuklidy vznikají při štěpné reakci se značným výtěžkem a tvoří nejrozpustnější část radioaktivního spadu (Slouka a spol. 1970). Se všemi testovanými prostředky bylo dosaženo uspokojivého výsledku u prasat, ovcí i skotu.

Aby byl získán komplexní pohled na možnosti odstraňování štěpné směsi různého stáří z povrchu těla, byly experimenty rozšířeny o další radionuklidy — ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{106}Ru a ^{144}Ce . Všechny z nich reprezentují důležité radionuklidy směsi štěpných produktů, ať již z hlediska hodnot jejich fyzikálních poločasů, štěpného výtěžku či bezprostředně z hlediska radiobiologického a veterinárně hygienického. Poslední z nich — radiocer — reprezentuje chemicky velmi příbuznou skupinu lantanidů, uplatňující se významně jako součást čerstvé i staré štěpné směsi. Chemickou příbuznost s lantanidy vykazují i Y a Pu.

Metodika

Pokusy byly prováděny na prasatech, ovcích a skotu ve váhových kategoriích, jak je uvedeno v prvním sdělení. Způsob kontaminace, dekontaminační prostředky a postupy, jakož i dozimetrická měření byly rovněž stejné. Méně účinné prostředky, jako Penol a mazlavé mýdlo, nebyly dále testovány. Užití některých specifických komplexotvorných prostředků je zřejmé z připojených tabulek.

Ke kontaminaci bylo užito ředěných roztoků komerčních preparátů, aniž byl měněn obsah izotopních a neizotopních nosičů či pH. Některé úvodní experimenty byly prováděny s radionuklidy, které s ohledem na kratší poločasy rozpadu představovaly menší pracovní riziko — ^{103}Ru , ^{141}Ce . Rozhodující experimenty byly však provedeny se ^{106}Ru a ^{144}Ce :

^{95}Zr - ^{95}Nb směs šfavelanů bez nosiče
0,9 n $(\text{COOH})_2$

^{106}Ru chlorid bez nosiče 2,1 n HCl

^{144}Ce dusičnan bez nosiče 2 n
HNO₃

K dekontaminaci bylo užíváno 1% roztoků dekontaminačních prostředků v množství 1 litr a 9 litrů oplachové vody. Účinnost dekontaminace byla hodnocena z měření expozičního příkonu zbylých množství kontaminantu. Měřena byla složka β i γ , v tabulkách jsou uvedeny hodnoty z měření γ záření.

V ý s l e d k y

Nejrozsáhlejší experimentální materiál byl získán na prasatech. Výsledky jsou shrnuty v tab. 1. I když byla dekontaminace prováděna ve třech stupních, nejsou v tabulkách uváděny hodnoty pro I. stupeň, tj. použití přibližně tře-

Tab. 1

Hodnoty reziduálních množství kontaminantu u prasat po povrchové dekontaminaci. Měření bylo provedeno přístroji RBGT-62 (I.) a IT-65 (II.)

Prostředek		% zbylé radioaktivity					
		95Zr-95Nb		106Ru		144Ce	
		II.	III.	II.	III.	II.	III.
voda	A	69,0	69,0	48,4	48,4	25,0	11,0
Jar-extra	B	45,5	45,5	12,0	7,5	5,9	1,5
Sapon	C	46,6	46,6	4,5	2,3	4,5	1,3
mazlavé mýdlo	D	35,0	23,3	15,6	10,0	7,5	2,2
Penol	E	41,6	37,4	25,0	18,7	6,7	2,5
EDTA	F	10,6	8,2	3,4	2,6	2,0	1,2
EDTA + + Jar	G	10,7	7,2	2,4	1,9	3,6	1,9
(COOH) ₂	H	43,5	43,5	—	—	—	—
thiomočo- vina	I	—	—	15,4	13,1	—	—
	A	60,0	60,0	55,5	55,5	33,3	33,3
	B	72,6	63,5	11,5	6,4	2,3	1,4
	C	29,2	29,2	21,0	13,2	12,5	3,7
	D	28,6	21,5	12,5	10,0	12,5	5,0
	E	57,2	22,9	10,0	10,0	12,5	5,0
	F	12,5	5,0	4,2	2,3	3,2	0,6
	G	20,0	13,3	3,6	2,1	2,8	2,4
	H	43,5	43,5	—	—	—	—
	I	—	—	20,0	15,0	—	—

Velmi rozsáhlou skupinu dekontaminačních prostředků tvoří komplexotvorné a chelotvorné látky. Jejich výběr nebyl u řady autorů prováděn s ohledem na jejich chemické vlastnosti ve vztahu k jednotlivým radionuklidům. Proto názory na jejich použití jsou rozdílné. Vysokého stupně odstranění kontaminantu s užitím EDTA v kombinaci s kaolinem, škrobem, alkylarylsulfonanem sodným a sodou dosáhl Chmelař a spol. (1958). Odstraňována byla směs štěpných produktů a po 30 min. až 3 h. bylo odstraněno 96 % naneseného množství kontaminantu.

Podobného výsledku dosáhl Švehla (1968) se směsí polyfosfátů alkalických prvků, povrchově aktivní látky a organické kyseliny. Experimenty byly prováděny na kovových površích pro směs štěpných produktů a pro příznivé pH (8–9) je možno tyto prostředky použít i v případě veterinární hygienické očisty.

Užití oxidačních prostředků, různých past, iontoměníčů apod. nepřináší výrazně pozitivní výsledky při odstraňování shora uvedených radionuklidů.

Na základě zkušeností z předchozích experimentů s radionuklidy Cs, J a Sr byly i v tomto případě testovány vedle samotné vody saponátové a chelotvorné prostředky. Dosažené výsledky ukazují, že jen v ojedinělých případech je postačující samotná voda. Zejména pro radionuklidy Ru, Zr a Nb nebylo dosaženo žádaných, prakticky využitelných výsledků. Až na výjimky není nejvhodnější užití samotných saponátových prostředků či EDTA. Vcelku nejlepších výsledků pro všechny 3 druhy pokusných zvířat bylo dosaženo kombinací obou prostředků. Pro jednotlivé druhy se výsledky poněkud liší v závislosti na fyziologických rozdílech charakteru povrchu těla použitých pokusných zvířat.

Jsou-li vzaty v úvahu i výsledky dosažené při odstraňování radionuklidů Cs, J a Sr, pak lze jako optimální dekontaminační prostředek doporučit vodný roztok EDTA a Jaru-extra v 1% koncentraci. Roztok lze použít při běžné teplotě, její zvýšení na 40°C usnadňuje dekontaminaci zejména u ovcí.

Závěr

V experimentech na prasatech, ovčích a skotu byl sledován vliv vody, chelotvorných, komplexotvorných a saponátových prostředků na odstraňování ^{95}Zr - ^{95}Nb , ^{106}Ru a ^{144}Ce z povrchu těla. Jako nejúčinnější dekontaminační prostředek pro všechny sledované radionuklidy se ukazuje 1% roztok čtyřsodné soli kyseliny etylendiamintetraoctové (EDTA) v kombinaci s Jarem-extra. Užití samotných roztoků EDTA, Jaru-extra či vody poskytuje nižší dekontaminační efekt.

Literatura

1. Havlíček, F., Hrušovský, J., Mach, J.: Dekontaminace prasat, ovcí a skotu povrchově kontaminovaných štěpnými produkty. I. Ostraňování radionuklidů cesia, stroncia a jodu. Voj. zdrav. Listy, 1972 v tisku.
2. Chmelař, V., Nosek, J.: O možnostech dekontaminace kůže zevně zamořené radioaktivními látkami. Symposium o účincích ionizujícího záření a použití radioizotopů v biologii a medicíně, Praha 1958.
3. Sloupka, V., Neruda, O., Knajfl, J.: Základní biologická a lékařská kritéria pro hodnocení radioaktivní kontaminace. Sb. věd. prací VLVDÚ Hradec Králové, sv. 5., 1970, s. 40–45.
4. Stajič, V., Milovanovič, A., Stojanovič, D.: Dekontaminacija kože oglednih životinja kontaminirane radionuklidima iz kompleksa fisionih produkata. Vojnosanit. Pregl., 22, 1965a, s. 446–449.
5. Stajič, V., Milovanovič, A., Stojanovič, D.: Dekontaminacija radioaktivno kontaminirane kože oglednih životinja pomocu materija za dekontaminaciju bez upotrebljenja vode. Vojnosanit. Pregl., 22, 1965b, s. 541–543.
6. Stajič, V., Stojanovič, D., Milovanovič, A.: Uticaj preventivne aplikacije zaštitnog krema za ruke na efikasnost dekontaminacije radioaktivno kontaminirane kože oglednih životinja. Vojnosanit. Pregl., 22, 1965c, s. 679–681.
7. Švehla, P.: Nová dekontaminační činidla. Chem listy, 62, 1968, s. 587–590.
8. Žarkovič, G.: Dekontaminacija ljudskej koži eksperimentalno zagadane radioaktivnim izotopima. Vojnosanit. Pregl., 22, 1965, s. 675–678.

Za technickou spolupráci děkují autoři paní Vlastě Heřmanové a paní Evě Mandíkové.