

13. Азық-түлік шикізаты мен тамақ өнімдерінің радиациялық қауіпсіздігінің негіздері

1. Радиоактивтілік және иондаушы сәулелену туралы негізгі түсініктер
2. Иондаушы емес және иондаушы сәулелер
3. Иондаушы сәулеленудің биологиялық әсері және радионуклидтердің адам ағзасына түсу көздері
4. Радиацияның табиғи және техногендік көздері
5. Адам ағзасына радиоактивті заттардың түсу жолдары
6. Тамақ өнімдеріндегі радионуклидтердің құрамын төмендетудің технологиялық тәсілдері

1. Радиоактивтілік және иондаушы сәулелену туралы негізгі түсініктер

Адамзат иондаушы сәулелену мен радиоактивтіліктің бар екендігі туралы 100 жылдан сәл астам уақыт бұрын білген. 1895 жылы неміс физигі Вильгельм Конрад Рентген бұрын белгісіз X сәулелерін тапты, олар кейіннен оның құрметіне рентген сәулелері деп аталды. Бір жылдан кейін, 1896 жылы француз физигі Анри Беккерель уран тұздарымен жұмыс істей отырып, адамзат тарихында бірінші болып оның табиғи радиоактивтілігі фактісін анықтады. Тағы бір жылдан кейін ағылшын физигі Эрнст Резерфорд уранның сәулеленуі α және β бөлшектерінен тұратынын дәлелдеді.

Келесі үлкен қадам физиктер Пьер Кюри мен Мария Склодовская-Кюридің зерттеулері болды. Олар шамамен 1 г жаңа химиялық элемент алды, оның радиоактивтілігі ураннан миллион есе жоғары болды. Жаңа элемент "радий" деп аталды (лат. радиум-сәулелі). Келесі 20 жыл ішінде әртүрлі ғалымдар табиғи радиоактивтілікке ие химиялық элементтердің көпшілігін тапты.

Кейінірек, 1938 жылы О. Хан мен Ф. Страссман уран атомы нейтрондармен бомбаланған кезде жеңіл ядроларға ыдырайтынын анықтады, ал К. А. Петржак пен Г. н. Флеров уран ядроларының бөліну процесі сыртқы әсерлерсіз өздігінен жүруі мүмкін екенін анықтады. Болашақта бұл ережелер бөлінудің тізбекті реакциясын жүзеге асыру үшін арнайы қондырғылардың ядролық реакторларын құруға негіз болды. Осылайша, екі ғасырдың басында ядролық физиканың жаңа ғылымының негізі болған жаңалықтар жасалды, соның арқасында XX ғ. ядролық ғасыр деп аталды.

Көрінбейтін радиоактивті сәулеленудің биологиялық әсерін кейінірек зерттей бастады. Мұны бірінші болып радиоактивті заттармен жұмыс істейтін зерттеушілер өздерінің жойқын биологиялық әсерін білмей бастан өткерді. В. К. рентген ашылғаннан кейін бір жыл өткен соң, 1896 жылы орыс ғалымы И.Р. Тарханов былай деп жазды: "Клучамиді суретке түсіріп қана қоймай, өмірлік функциялардың барысына да әсер етуге болады". Осындай жаңалықтардың негізінде тағы бір жаңа ғылым пайда болды радиобиология.

Радиобиологияның негізін қалаушылардың бірі-орыс ғалымы Е.С. Лондон, ол 1903 жылы кейбір жануарлардың денесіне радий сәулелерінің өлімге әкелетін әсерін сипаттап, кейіннен қан түзетін органдар мен жыныс бездерінің осы сәулеленуге жоғары сезімталдығын көрсетті. 1904 жылы Питерс бөлінетін жасушалардың радиймен сәулелену кезінде хромосомалардың зақымдануын анықтады, ал 1908 жылы А. Бенджамин мен А.

сілекей организмнің иммунитет қорғанысының иондаушы сәулеленуінің әсерінен депрессияны анықтады.

* Адамның заттың радиоактивті қасиеттерін тану тарихы қайғылы реңктермен боялған. Адамзат алынған ақпарат үшін алғашқы зерттеушілер мен алғашқы рентгенологтардың денсаулығы мен өміріне қымбат төледі. Рентгенология дамуының алғашқы 40 жылында рентген сәулесінен туындаған рентгендік қатерлі ісік деп аталатын 200-ден астам дәрігер мен рентген техниктері қайтыс болды.

• 1936 жылы Гамбургте алғашқы рентгендік эксперименттердің құрбаны болған 110 ғалым мен инженердің есімдері жазылған ескерткіш тұрғызылды. 1959 жылы Германияда "Құрмет кітабы" жарық көрді, онда әртүрлі ұлттардың 360 дәрігерінің, физиктерінің, зертханашылары мен медбикелерінің, соның ішінде кәсіби сәулеленудің алыс салдарларынан қайтыс болған 13 отандастарымыздың тегі жазылған.

* Адамдар Хиросима, Нагасаки, Чернобыль трагедияларын ешқашан ұмытпайды, олар бір уақытта жүздеген мың адамның өмірін қиып қана қоймай, сонымен бірге Сәулеленген адамдарда лейкоздар мен қатерлі ісіктерді тудыруы үшін өздерінің қара істерін жасауды жалғастыруда.

Радиоактивті сәулелену және оның адамға әсері соңғы онжылдықтарда планетаның көптеген аймақтары үшін қоршаған ортаның негізгі токсиканттарының біріне айналды.

Табиғатта белгілі сәулеленудің электромагниттік спектрі, мысалы, электр генераторларының жұмысы кезінде пайда болатын өте ұзын толқын ұзындығынан өте қысқа рентген және ғарыштық сәулелерге дейінгі толқын ұзындығын қамтиды. Әр түрлі сипаттағы сәулеленудің адамның денсаулығына теріс әсері толқын ұзындығына байланысты.

2.Иондаушы емес және иондаушы сәулелер

Иондаушы емес сәулелену-бұл ультракүлгін сәулеленуден (ультракүлгін) радиотолқындарға, микротолқындарға және т.б. дейінгі ұзын толқындар. Иондаушы емес сәулелену тірі ұлпадағы молекулалардың жылу қозғалысын күшейтеді. Бұл тіндердің температурасының жоғарылауына әкеледі және күйік пен таракта, сондай-ақ ұрықтың дамуындағы ауытқуларды тудыруы мүмкін. Биологиялық құрылымдардың бұзылуы мүмкін, мысалы, жасуша мембраналары, олардың қалыпты жұмыс істеуі үшін молекулалардың реттелген орналасуы қажет. Сондай-ақ, тереңірек салдарлардың мүмкіндігі де жоққа шығарылмайды.

Адамның әр мүшесі белгілі бір жиілікте жұмыс істейтіні белгілі: жүрек - 700...800 Гц, бауыр-300...400, ми қозу дәрежесіне байланысты 10-дан 50 Гц-ке дейін және т.б. егер жүрек аймағына ұқсас немесе бірнеше жиілікте жұмыс істейтін сәулелену көзі әсер етсе, онда ол жүрек үшін норма болып табылатын жиілікті жоғарылатуы немесе "сөндіруі" мүмкін. Жүректің тербеліс жиілігінің 1200 Гц-ке дейін жоғарылауы стенокардияға әкеледі. Ұқсас өзгерістер басқа органдарда да болуы мүмкін.

Иондаушы емес сәулелену бойынша тәжірибелі деректердің көп бөлігі радиожиілік диапазонына жатады. Бұл деректер 100 мВт/см²-ден жоғары дозалар катарактаның дамуын (көз линзасының бұлыңғырлануы) қоса алғанда, тіндерге тікелей жылу зақымдайтынын көрсетеді. 10-дан 100 МВт·см⁻²-ге дейінгі дозаларда ұрпақтарда туа

біткен ауытқуларға әкелетін термиялық стресс байқалды. 1 мэндерімен...10 МВт·см-2 имундық жүйеде және қан-ми тосқауылында өзгерістер байқалды. Сәулеленудің аз дозаларында ешқандай салдарлар сенімді түрде анықталған жоқ.

Әлемде микротолқынды пештерді пайдаланудың өсуі жылына шамамен 15 % құрайды. Тұрмыстық микротолқынды пештерде қолданудан басқа, олар радарларда теледидарда, телефон және телеграф байланысында, әртүрлі типтегі компьютерлерде сигнал беру құралы ретінде қолданылады. Еңбекті қорғау туралы заңдар жұмысшыларға 10 МВт·см-2-ден жоғары иондаушы емес сәулеленуге ұшырамауды ұсынады.

Иондаушы сәулелерге қысқа толқындар жатады: рентген сәулелері, γ сәулелері және ғарыштық сәулелер. Олар атомнан электронды босату үшін жеткілікті энергияға ие. Нәтижесінде иондар пайда болады, олардың әсері тірі жасушаларға әсер етеді және адам ағзасындағы өзгерістерді тудырады. Иондаушы сәулелер радиациялық зақымдануды және катерлі ісіктің әртүрлі түрлерін тудырады.

Тұрақсыз радиоактивті элементтер ядроларының ыдырауы иондаушы бөлшектер мен иондаушы сәулеленуді тудырады. Химиялық элементтер атомдарының Бұл қасиеті өздігінен басқаларға айналады, сонымен бірге элементар бөлшектер немесе фотондар шығарады, радиоактивтілік деп аталады. Табиғатта кездесетін радионуклидтерге тән табиғи радиоактивтілік, мысалы, уранның, торийдің және басқа элементтердің радиоактивтілігі және ядролық реакциялар нәтижесінде жасанды түрде алынған радионуклидтерге тән жасанды радиоактивтілік бар.

Ядроларында протондардың саны (p) бірдей, бірақ нейтрондардың саны (n) әртүрлі атомдар бір химиялық элементтің сорттарына жатады. Бұл берілген элементтің изотоптары. Оларды бір-бірінен ажырату үшін элементтің символына берілген изотоптың ядросындағы барлық бөлшектердің қосындысына тең Сан беріледі. Мысалы, уран – 238 құрамында 92 p және 146 n, ал уран - 235-те 92 p, бірақ 143 N бар.

Химиялық элементтердің барлық изотоптарының ядролары нуклидтер тобын құрайды. Кейбір нуклидтер тұрақты, яғни сыртқы әсер болмаған кезде олар ешқандай өзгерістерге ұшырамайды. Көптеген нуклидтер тұрақсыз; олар үнемі басқа нуклидтерге айналады. Әрбір ыдырау актісінде энергия бөлінеді, ол одан әрі сәулелену түрінде беріледі.

Ядроның екі p және екі n-ден тұратын бөлшекті шығаруы α -сәулелену; электронның шығарылуы – β^- - сәулелену; позитр - β^+ - сәулелену.

Көбінесе тұрақсыз нуклидтің қозғаны соншалық, бөлшек шығарылған кезде козудың толық жойылуына әкелмейді; содан кейін ол таза энергияның бір бөлігін шығарады – γ - сәулелену (γ – кванттар). Рентген сәулелері сияқты (көбінесе γ - сәулеленуге ұқсас), ешқандай бөлшектер шығарылмайды.

Затпен өзара әрекеттесу сипатына байланысты барлық иондаушы сәулелер екі топқа бөлінеді.

Біріншісіне зарядталған бөлшектерден (корпускулалық) тұратын сәулелер жатады: α - және β -бөлшектер, электрондар сәулелері, протондар, ауыр иондар және теріс π -мезондар. Бұл сәулелер атомдармен және молекулалармен соқтығысқан кезде заттың иондалуын тудырады, сондықтан оларды тікелей иондаушы сәулелер деп атайды.

Екінші топқа электр зарядтары жоқ сәулелер - нейтрондық, рентгендік және γ - сәулелену жатады. Олар заттағы энергиясын алдымен электрондарға және атомдардың оң

зарядталған ядроларына береді, олармен соқтығысады, содан кейін атомдардың электрондары мен ядролары атомдар мен молекулалардың иондануын тудырады. Сондықтан бұл топтың сәулеленуі жанама иондаушы сәулелену деп аталады.

Тұрақсыз нуклидтің өздігінен ыдырауының бүкіл процесі Радиоактивті ыдырау деп аталады, ал мұндай нуклидтің өзі радионуклид деп аталады. Құрамында радиоактивті нуклидтері бар заттар радиоактивті деп аталады. Уақыт бірлігіндегі Радиоактивті ыдырау санын сипаттайтын физикалық шама нуклидтің белсенділігі деп аталады; уақыт бірлігінде радиоактивті затта радиоактивті түрлендірулер неғұрлым көп болса, оның белсенділігі соғұрлым жоғары болады. СИ жүйесіндегі белсенділікті өлшеу бірлігі-радиоактивтілік құбылысын ашқан ғалымның құрметіне беккерель:

1 Бк = секундына 1 ыдырау.

Радиоактивті заттар ядролық түрленулер болған кезде ғана радиоактивтілікке ие болады. Белгілі бір уақыттан кейін олар радиоактивті емес болып, тұрақты изотоптарға айналады. Барлық радионуклидтер әртүрлі дәрежеде тұрақсыз.

Радионуклидтің өмір сүру ұзақтығын бағалау үшін жартылай ыдырау кезеңі - заттың радиоактивтілігі (немесе радиоактивті ядролардың саны) орта есеппен екі есе азаятын уақыт ұғымы енгізілді. Әр түрлі радионуклидтердің жартылай шығарылу кезеңі кең ауқымда - секундтың бір бөлігінен миллиондаған жылдарға дейін. Чернобыль апатынан кейін халықтың сәулеленуіне және аумақтың ластануына елеулі үлес қосқан кейбір радионуклидтердің жартылай ыдырау кезеңдері төменде келтірілген: йод-133 - 20,8 сағат; йод-131 - 8,05 күн; цезий-144 - 284 күн; рутений-106 - 1 жыл; цезий-134-2,1 жыл; стронций - 90-28 жас; цезий-137-30 жас; плутоний-239 - 20 000 жылдар.

Зат 10 жартылай ыдырау кезеңінен кейін радиоактивті емес болады деп саналады. 1 Жартылай ыдырау кезеңінде 100-ден әрбір 50 Атом ыдырайды; екінші жартылай ыдырау кезеңінде (сол уақыт аралығы) 50 - ден 25 Атом ыдырайды және т.б. - экспонент бойынша.

Тірі организмде пайда болатын зақым соғұрлым көп болады, ол тіндерге көбірек энергия береді. Денеге берілген сәулелену энергиясының мөлшері доза деп аталады.

Өлшем бірліктерін сипаттау кезінде "сіңірілген доза", "эквивалентті доза", "тиімді эквивалентті доза" ұғымдары да қолданылады. Сәулеленген дене массасының бірлігімен (дене тіндерімен) жұтылған сәулелену энергиясының мөлшері сіңірілген доза деп аталады.

Бірақ бұл шама бірдей сіңірілген дозада α - сәулеленудің β - немесе γ - сәулеленуден әлдеқайда қауіпті екенін ескермейді. Осы фактіні ескеру үшін сіңірілген дозаны осы түрдің сәулеленуінің дене тіндерін зақымдау қабілетін көрсететін коэффициентке көбейту керек (иондаушы сәулеленудің сапа коэффициенті). Бұл жағдайда α -сәулелену сәулеленудің басқа түрлеріне қарағанда 20 есе қауіпті болып саналады. Осылайша қайта есептелген сіңірілген доза эквивалентті доза деп аталады.

Иондаушы сәулеленудің эквивалентті дозасын анықтау кезінде сапа коэффициентінің келесі мәндері қолданылады: рентген және гамма-сәулелену - 1; β - сәулелену - 1; жылу (баяу) нейтрондар - 2; жылдам нейтрондар - 10; α - сәулелену -10...20.

Сондай-ақ, әртүрлі органдар мен тіндердің сезімталдығы бірдей емес екенін ескеру керек, сондықтан олар үшін тиісті коэффициенттер енгізіледі. Егер морфологиялық өзгерістер иондаушы сәулеленуге сезімталдықтың критерийі ретінде қабылданса, онда сезімталдықтың жоғарылау дәрежесі бойынша адам ағзасының жасушалары мен тіндерін

келесі ретпен орналастыруға болады: жүйке тіндері, шеміршек және сүйек тіндері, бұлшықет тіндері, дәнекер тін, қалқанша без, ас қорыту мүшелері, өкпе, тері, шырышты қабаттар, жыныс бездері, лимфоидты тін, сүйек кемігі.

Біркелкі емес сәулеленуді ескере отырып, адам денсаулығына келтірілген зиянды бағалау үшін тиімді эквивалентті доза ұғымы енгізілді. Бұл организмге сәулеленудің жалпы әсерін көрсетеді. Ол эквивалентті дозаларды тиісті коэффициенттерге көбейту және оларды барлық мүшелер мен тіндерге қосу арқылы алынады.

3.Иондаушы сәулеленудің адам ағзасына биологиялық әсері

Сәулеленудің әртүрлі түрлері әртүрлі биологиялық тиімділікпен сипатталады, бұл олардың ену қабілетіндегі айырмашылықтарға байланысты (сурет. 3.3) және тірі объектінің мүшелері мен тіндеріне энергия беру сипаты.

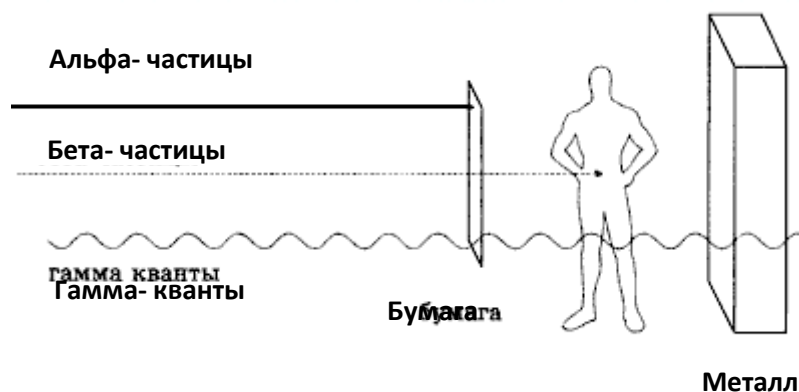
Альфа-сәулелену бөлшектердің қысқа жүгіріс ұзындығына ие және әлсіз ену қабілетімен сипатталады. Ол теріге ене алмайды. Ауада 4 Мэв энергиясы бар альфа бөлшектерінің жүгірісі 2,5 см, ал биологиялық ұлпада тек 31 мкм. Альфа-сәулеленетін нуклидтер тыныс алу және ас қорыту мүшелері, ашық жаралар және күйік беттері арқылы ағзаға ену кезінде үлкен қауіп төндіреді.

Бета-сәулеленудің ену қабілеті жоғары. Ауадағы бета бөлшектерінің жүгірісі бірнеше метрге, ал биологиялық ұлпада бірнеше сантиметрге жетуі мүмкін. Сонымен, ауада 4 Мэв энергиясы бар электрондардың жүгірісі 17,8 м, ал биологиялық ұлпада - 2,6 см.

Гамма-сәулеленудің ену қабілеті одан да жоғары.

Оның әсерінен бүкіл ағзаның сәулеленуі жүреді.

Биологиялық объектілердің мүшелері мен тіндерінде, кез-келген сәулелену ортасындағыдай, энергияны сіңіру нәтижесінде атомдардың иондануы мен козу процестері жүреді. Бұл процестер радиацияның биологиялық әсерінің негізінде жатыр. Оның өлшемі-ағзаға сіңірілген энергия мөлшері. Дененің сәулеленуге реакциясында төрт фазаны ажыратуға болады. Алғашқы үш жылдам фазаның ұзақтығы әртүрлі молекулалық өзгерістер болатын микросекундтық бірліктерден аспайды. Төртінші баяу фазада бұл өзгерістер жасушаларда, мүшелерде және жалпы организмде функционалдық және құрылымдық бұзылуларға ауысады.



Сурет 3.3. Әр түрлі сәулеленудің ену қабілетінің схемалық бейнесі

Атомдардың иондануы мен қозуының бірінші, физикалық фазасы 10-13 с-қа созылады.

Екінші, 10-10 с болатын физика-химиялық фазада химиялық белсенді радикалдар түзіледі, олар әртүрлі қосылыстармен әрекеттесіп, біріншілікпен салыстырғанда едәуір үлкен екінші реттік радикалдарды тудырады. өмір сүру ұзақтығы.

Үшінші, 10-6 с-қа созылатын химиялық фазада түзілген радикалдар жасушалардың органикалық молекулаларымен әрекеттеседі, бұл молекулалардың биологиялық қасиеттерінің өзгеруіне әкеледі. Алғашқы үш фазаның сипатталған процестері бастапқы болып табылады және радиациялық зақымданудың одан әрі дамуын анықтайды.

Келесі төртінші, биологиялық фазада молекулалардың химиялық өзгерістері жасушалық өзгерістерге айналады. Сәулеленуге ең сезімтал жасуша ядросы болып табылады және ең үлкен әсер тұқым қуалайтын ақпаратты қамтитын ДНҚ-ның зақымдалуынан болады. Сәулелену нәтижесінде сіңірілген дозаның мөлшеріне байланысты жасуша өледі немесе функционалдық жағынан төмен болады. Төртінші кезеңнің өту уақыты өте әртүрлі және жағдайларға байланысты жылдар бойы немесе тіпті өмір бойы созылуы мүмкін.

Адам ағзасындағы таралу сипаты бойынша радиоактивті заттарды шартты түрде келесі топтарға бөлуге болады.

1. Остеотропты шөгінділер негізінен қаңқада-стронций, барий, радий, цирконий, плутоний және т. б. изотоптар.
2. Бауырда шоғырланған: церий, лантан, плутоний және т. б.
3. Жүйелер бойынша біркелкі бөлінеді (тритий, көміртек, инертті газдар, темір және т.б.).
4. Бұлшықеттерде жинақталған: калий, рубидий, цезий.
5. Көкбауырда, лимфа түйіндерінде, бүйрек үсті бездерінде жиналады: ниобий, рутений.
6. Қалқанша безінде жинақталған: радиоактивті йод-131.

Сәулелену көздері мен деңгейлері

Источники и радиации	Средняя годовая доза, мЗв
Табиғи:	
* Ғарыш (теңіз деңгейіндегі сәулелену):	2,0
- сыртқы сәулелену	0,3
- ішкі сәулелену	0,015
* Жер (топырақ, су, құрылыс материалдары) :	0,35
- сыртқы сәулелену	1,335
- ішкі сәулелену	
Басқа көздер:	0,30
* Адам тіндеріндегі радиоактивті элементтер (40K, 14C)	0,40
* Медицинада қолданылатын көздер	0,02
* Радиоактивті жауын-шашын	0,001
● * Атом энергетикасы	

Адам эволюция процесінде иондаушы сәулеленуден қорғаудың арнайы тетіктерін дамытпағандықтан, халық үшін қолайсыз салдардың алдын алу үшін (Радиациялық қорғау жөніндегі халықаралық комиссияның ұсынысы бойынша) тиімді эквивалентті доза жылына 5 мЗв аспауы тиіс.

4.Радиацияның табиғи және техногендік көздері

Табиғи шыққан радионуклидтер біздің планетамыздың пайда болуынан бастап жансыз және тірі табиғаттың барлық нысандарында үнемі кездеседі. Сонымен қатар, жердің әртүрлі аймақтарындағы радиациялық фон 10 немесе одан да көп рет өзгеруі мүмкін. Табиғи шыққан радионуклидтерге біріншіден, космогендік радионуклидтер, негізінен ^3H , ^7Be , ^{14}C , ^{22}Na , ^{24}Na ; екіншіден: қоршаған орта объектілерінде болатын радионуклидтер (олардың ішінде тамақ өнімдерінің ластануы мен адамның сәулеленуінің негізгі көздері ^{40}K , ^{238}U , ^{232}Th) жатады.

XX ғасырдың ортасына дейін. иондаушы сәулеленудің табиғи көздері адамның сәулеленуінде жалғыз болды, табиғи радиациялық фон (РИФ) жасады.

Жер радиациясы. Ариф-тің негізгі дозалаушы компоненті-жер тарихында бар табиғи радионуклидтерден жер радиациясы. Жердің тау жыныстарында кездесетін негізгі радиоактивті изотоптар – калий – 40, рубидий – 87 және сәйкесінше уран – 238 және торий-232-ден шыққан екі радиоактивті отбасының мүшелері. Бұл көздерден адам сыртқы (қоршаған ортадағы радионуклидтердің сәулеленуі нәтижесінде) және ішкі сәулеленуге (ауамен, сумен және тағаммен ағзаға түсетін радионуклидтердің есебінен) ұшырайды. Жер радиациясының деңгейі Жер шарының әртүрлі жерлерінде бірдей емес және жер қыртысындағы радионуклидтердің концентрациясына байланысты. Халықтың негізгі бөлігі тұратын жерлерде олар шамамен бірдей: жылына 0,3 мЗв.

Көптеген зерттеушілер әртүрлі авторлардың пікірінше, табиғи радиациялық фонның шамамен 50-68% -. анықтайтын ішкі сәулелену көздері ең маңызды деп санайды. Бұл

дозаның өте аз бөлігі ғарыштық сәулеленудің әсерінен пайда болатын радиоактивті изотоптарға түседі. Қалғандарының барлығы жер көздерінен келеді.

Радон. Адам ашқан алғашқы радионуклидтердің бірі радон болды

- көрінбейтін, дәмі мен иісі жоқ ауыр газ (ауадан 7,5 есе ауыр). Бұл асыл газ ^{226}Ra изотопының ыдырауынан пайда болады және денеге ингаляциялық жолмен енеді. Ағымдағы бағалауға сәйкес, радон өзінің еншілес Радиоактивті ыдырау өнімдерімен бірге жердегі сәулеленудің жылдық дозасының шамамен $3/4$ бөлігіне және барлық табиғи сәулелену көздерінің дозасының шамамен $1/2$ бөлігіне жауап береді. Бұл дозаның негізгі бөлігін адам ингаляциялық ауамен бірге денесіне енетін радионуклидтерден алады. Адам радонмен барлық жерде байланыста болады, бірақ негізінен тас және кірпіш тұрғын үйлерде (әсіресе жертөлелерде және бірінші қабаттарда), өйткені негізгі көзі ғимараттың астындағы топырақ пен құрылыс материалдары болып табылады. Құрылыс материалдарының радиоактивтілігі (мкЗв/жыл) келесідей: ағаш-0; әктас, құмтас 0 1 100; кірпіш, бетон 100 2 200; табиғи тас, өндірістік гипс 200...400; қож тас, гранит 400...2000. Радонның жоғары мөлшері жер асты суларында болуы мүмкін. Радонды Судан шығарудың қол жетімді және тиімді әдісі-оны азрациялау. Суды қайнату, ыстық тағамдарды дайындау кезінде радон негізінен буланып кетеді. Жуынатын бөлмедегі су буларымен радонды ингаляциялау әлдеқайда қауіпті (душтың 7 минутында радон концентрациясы 500 есе артады).

Ғарыштық сәулелер. Ғарыштық сәулелер тудыратын радиациялық фон халықтың табиғи сәулелену көздерінен алатын сыртқы сәулеленудің жартысынан азын береді.

Ғарыштық сәулелер бізге негізінен ғаламның тереңінен келеді, бірақ олардың бір бөлігі күн сәулесінде пайда болады. Ғарыштық сәулелер жер бетіне жетуі немесе оның атмосферасымен әрекеттесуі мүмкін, бұл қайталама сәулеленуді тудырады және әртүрлі радионуклидтердің пайда болуына әкеледі. Бастапқы ғарыштық сәулелену протондардан (91% дейін), жеңіл элементтердің бөлшектері мен ядроларынан (8%) тұрады. Екінші реттік сәулелену-бұл бастапқы сәулеленудің Жер атмосферасымен өзара әрекеттесуінің өнімдері.

Жерде зарядталған бөлшектерді бұратын магнит өрісі болғандықтан (олар негізінен ғарыштық сәулелерден тұрады), Солтүстік және Оңтүстік полюстер экваторлық аймақтарға қарағанда көбірек сәуле алады. Сонымен қатар, радиация деңгейі биіктікте өседі, өйткені қорғаныс экранының рөлін атқаратын ауа азаяды. Сондықтан әуе лайнерлерінің жолаушылары ұшу үшін 40 5 50 мкЗв дозасын алады.

Радиацияның техногендік көздері пайдалы қазбаларды өндіруге, органикалық отынды жағуға, минералды тыңайтқыштарды өндіруге және енгізуге байланысты адамның өндірістік қызметі нәтижесінде пайда болады, қоршаған ортаны табиғи радионуклидтермен байыту және табиғи радиациялық фонды арттыру болды.

Адам атом энергиясын игерген сәттен бастап ядролық отын өндіру және ядролық қаруды сынау кезінде атом электр станцияларында түзілетін радионуклидтер биосфераға ене бастады. Осылайша, жасанды радионуклидтер және олардың адам ағзасына әсер ету ерекшеліктері туралы сұрақ туындады. Жасанды шыққан радионуклидтердің ішінде ең көп таралған 21-і бар, олардың 8-і халықтың ішкі сәулеленуінің негізгі дозасын құрайды: ^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{131}I , ^{95}Zr .

Табиғи радиациялық фонның техногендік күшейтілуін шарттайтын негізгі факторлар мыналар болып табылады:

1. құрамында уран қоспалары бар минералды тыңайтқыштарды кеңінен қолдану (мысалы, фосфатид);
2. көмірдегі ЖЭО жұмысы;
3. тау-кен өндірісі;
4. уран кендерін өндірудің өсуі;
5. ядролық қаруды сынаудан түскен жауын-шашын;
6. медициналық жабдықты пайдалану (рентген және флюорография);
7. теледидар көру;
8. әуе тасымалы санының артуы (ғарыштық сәулелену артады);
9. атом электр станциясындағы апаттар (1971-1986 жылдар аралығында 14-те 152 апат болды әлем елдерінде).

Табиғи радиациялық фоннан және әртүрлі жасанды сәулелену көздерінен алынған орташа жылдық дозалар кесте. 3.4.

Кесте 3.4.

Әр түрлі сәулелену көздерінен алынған орташа жылдық дозалар

Сәулелену көзі.	Доза, мбэр/год
Табиғи радиациялық фон	200
Құрылыс материалдары	140
Атом энергетикасы	0,2
Медициналық зерттеулер	140
Ядролық сынақтар	2,5
Ұшақтарда ұшу	0,5
Тұрмыстық заттар	4
Компьютерлердің теледидарлары мен мониторлары	0,1
Жалпы доза	500

5.Адам ағзасына радиоактивті заттардың түсу жолдары

Адам ағзасына радиоактивті заттардың түсуінің үш жолы бар: 1) радиоактивті заттармен ластанған ауаны ингаляциялау кезінде; 2) асқазан-ішек жолдары арқылы - тамақ пен сумен; 3) тері арқылы.

Ең қауіпті жасанды радионуклидтер үшін ұзақ өмір сүретін ^{90}Sr , ^{137}Cs , және қысқа өмір сүретін ^{131}I , қазіргі уақытта сору, тарату, жинақтау және оқшаулау заңдылықтары, сондай-ақ олардың әртүрлі биологиялық құрылымдармен байланыс механизмдері анықталды.

Азық-түлік (алиментарлы) жолының маңызы зор, ол үшін келесі бағыттарды бөліп көрсетуге болады:

зауыт → адам;

өсімдік → жануар → сүт → адам; өсімдік → жануар → ет → адам; атмосфера → жауын-шашын → балық → адам; су → адам;

су → гидробионттар → адам.

Өнімдердің радионуклидтермен беткі (ауа) және құрылымдық ластануын ажыратыңыз.

Беттік ластану кезінде ауа ортасы арқылы тасымалданатын радиоактивті заттар өсімдік тініне ішінара еніп, өнімдердің бетіне орналасады. Радиоактивті заттар қылшық жамылғысы бар және тармақталған жер бөлігі бар өсімдіктерде, жапырақ қатпарлары мен гүлшоғырларында тиімдірек ұсталады. Бұл жағдайда радиоактивті қосылыстардың еритін түрлері ғана емес, сонымен қатар ерімейтін түрлері де сақталады. Дегенмен, беттік ластану бірнеше аптадан кейін де салыстырмалы түрде оңай жойылады.

Радионуклидтердің құрылымдық ластануы радиоактивті заттардың физика-химиялық қасиеттеріне, топырақ құрамына, Өсімдіктердің физиологиялық ерекшеліктеріне байланысты. Топырақ бетіне түскен радионуклидтер жылдар бойы оның жоғарғы қабатында қалады, жылына бірнеше сантиметрге терең қабаттарға үнемі қоныс аударады. Бұл олардың жақсы дамыған және терең тамыр жүйесі бар өсімдіктердің көпшілігінде жиналуына әкеледі.

Топырақтан өсімдіктерге ең жылдам Стронций-90, стронций - 89, йод-131 барий-140 және цезий-137 келеді. Радиоактивті заттардың жинақталу дәрежесі бойынша өсімдіктер келесі ретпен орналасады: темекі (жапырақтар) > қызылша (тамыр дақылдары) > Картоп (түйнектер) > бидай (астық) > табиғи шөп жамылғысы (жапырақтар мен сабақтар).

Атмосфераға шығарылғаннан кейін радионуклидтердің таралуы кезінде (апат немесе ядролық қаруды сынау) ауа жолы өкпе желдетуінің үлкен көлеміне, ауадан изотоптарды алу мен сіңірудің жоғары коэффициентіне байланысты ең қауіпті болып табылады. Радионуклидтің табиғатына байланысты оның ас қорыту жолында сіңу мөлшері бірнеше жүзден (цирконий, ниобий, сирек жер элементтері, соның ішінде лантанидтер), бірнеше бірлікке дейін (висмут, барий, полоний), ондаған (темір, кобальт, стронций, радий) және жүзге дейін (тритий, натрий, калий) пайыз. Зақымдалмаған тері арқылы сіну әдетте шамалы. Тек тритий тері арқылы қанға оңай сіңеді. Содан кейін радионуклидтер химиялық қасиеттеріне сәйкес адам ағзасына таралады.

ФАО/ДДҰ жанындағы Codex Alimentarius комиссиясы халықаралық нарықта сатылатын және жалпы тұтынуға арналған ластанған тамақ өнімдеріндегі радиоактивті заттардың рұқсат етілген деңгейі: цезий мен йод үшін – 1000 БК/кг, стронций үшін – 100 БК/кг, плутоний үшін және Америка үшін – 1 Бк/кг.

6. Тамақ өнімдеріндегі радионуклидтердің құрамын төмендетудің технологиялық тәсілдері

Қоршаған ортаның радиоактивті ластануының алдын алу жөніндегі негізгі бағыттар мыналар болып табылады: Жер атмосферасын радиоактивті бөлшектердің жойқын ғарыштық әсерінен қорғайтын табиғи экран ретінде қорғау; адам өзінің тіршілік әрекеті процесінде қолданатын радиоактивті элементтерді өндіру, пайдалану және сақтау кезінде жаһандық қауіпсіздік техникасын сақтау.

Адам ағзасында радионуклидтердің жиналуын болдырмаудың маңызды факторы-тамақтану. Бұл әсіресе ағзаны ұзақ өмір сүретін радионуклидтерден қорғауға қатысты, олар тамақ тізбектері арқылы қоныс аударуға, органдар мен тіндерде жиналуға, сүйек кемігін, сүйек тінін және т. б. созылмалы сәулеленуге ұшыратады.

Радиокорғаныспен қоректенудің заманауи тұжырымдамасы үш негізгі бағытқа негізделген:

- 1) радионуклидтердің тамақпен түсуінің барынша ықтимал төмендеуі;
- 2) радионуклидтердің сорбциясы мен жинақталу процесін организмде тежеу;
- 3) радиокорғау тамақтандыру қағидаттарын сақтау; радиокорғау препараттарын қабылдау.

Радионуклидтердің тамақ арқылы ағзаға түсуін азайтуға әртүрлі технологиялық әдістердің көмегімен қол жеткізуге болады.

Азық-түлік шикізатын өңдеу арқылы-мұқият жуу, өнімдерді тазарту, төмен құнды бөліктерді бөлу арқылы радионуклидтердің 20-60% - алып тастауға болады. Сонымен, кейбір көкөністерді жуар алдында жоғарғы ластанған жапырақтарды (қырыққабат, пияз және т.б.) алып тастаған жөн. Картоп пен тамыр дақылдарын екі рет жуу керек: қабығынан бұрын және кейін.

Қоршаған ортаның радиоактивті заттармен ластануының жоғарылауы жағдайында тамақ шикізатын аспаздық өңдеудің ең қолайлы әдісі-қайнату. Қайнаған кезде радионуклидтердің едәуір бөлігі отварға өтеді. Тамаққа отварды қолдану практикалық емес.

Етті пісірер алдында суық суға малынған жөн. Ет пен балықты қуыру кезінде олардың дегидратациясы пайда болады және бетінде радионуклидтер мен басқа да зиянды заттардың шығарылуына жол бермейтін қыртыс пайда болады. Сондықтан, егер радиоизотоптармен тамақ өнімдерінің ластану ықтималдығы болса, қайнатылған ет пен балық тағамдарына, сондай-ақ буға пісірілген тағамдарға артықшылық беру керек.

Орталықтандырылған су құбырынан су ішу әдетте қосымша өңдеуді қажет етпейді. Шахта құдықтарынан ауыз суды қосымша өңдеу қажеттілігі оны 15 қайнатудан тұрады...20 мин. содан кейін оны салқындату керек, тұнбаны көтермей, абайлап, басқа ыдысқа құйыңыз.

Сүт өнімдеріндегі радионуклидтердің едәуір төмендеуіне сүттен май және ақуыз концентраттарын алу арқылы қол жеткізуге болады. Сүтті кілегейге өндегенде 9% цезий мен 5% стронций, сүзбеде 21% цезий және шамамен 27% стронций, ірімшіктерде 10% цезий және 45% стронций қалады. Сары майдың құрамында цезийдің тек 2% - ы бар.

Ағзадағы радионуклидтердің сіңу және жинақталу процесін тежеу үшін асқазан-ішек жолына енген радионуклидтермен ағзаның сәулелену уақытын азайту үшін ішектің белсенді перистальтикасына жағдай жасау қажет. Бұған диеталық талшықтары бар тағамдарды - ірі ұннан жасалған нан, Інжу - маржан және қарақұмық жармасы, жеміс-көкөніс сорпалары, пісірілген және шикі көкөністерден жасалған тағамдар, сондай-ақ құрамында органикалық қышқылдары бар сүт өнімдері-айран, йогурт, қымыз тұтыну ықпал етеді. Сондай-ақ, қара өрік инфузиясы, бидай кебегінің отвары, теңіз қырыққабаты пайдалы. Өсімдік тектес жеңіл іш жүргізетін дәрілерді қолданған жөн. Оларға бүйрек шөптері, түйіршіктер, мия тамыры, одуванчика тамыры, зығыр және жолжелкен тұқымдары жатады. Егер жеткілікті әсер болмаса, сіз шырғанақ қабығы, Сенна жапырағы, Ревень Тамыры, алоэ, жостера жемістері және т. б. сияқты күшті өсімдік құралдарын қолдана аласыз.

Радияциялық әсердің жоғарылауы кезінде ағзадағы қорғаныс биохимиялық реакцияларын күшейту үшін целлюлозасы бар әр түрлі шырындарды (пектиндік заттарға бай), нан квасын, витаминді сусындарды, шайды ішу арқылы сұйықтық мөлшерін көбейту қажет.

Денеге енген радионуклидтерді жою үшін жоғары ақуызды диета қажет. Радионуклидтер түзетін белсенді радикалдармен тотыққан SH-топтардың тасымалдаушыларын толықтыру үшін ақуызды тұтыну тәуліктік нормадан кемінде 10% - ға ұлғайтылуы тиіс. Ет пен сүт өнімдерінен басқа ақуыз заттарының көзі бұршақ тұқымдас өсімдіктерден, теңіз балықтарынан, сондай-ақ шаяндардан, асшаяндардан және кальмардан тұрады. Денедегі радионуклидтердің тұндыру деңгейіне тамақ құрамындағы темір, калий және кальций әсер етеді. Темірдің жеткілікті деңгейі денеде плутонийдің сақталуына жол бермейді (темір қарақұмық, күнбағыс, пияз, асқабақ, қызылша, алма, тау күлі және т.б.). Азық-түлік құрамындағы Калий мен кальций сәйкесінше цезий мен стронцийдің иондық антагонистері болып табылады (картоп, ақжелкен, мейіз, кептірілген өрік, жаңғақтар калийге бай; кальцийде сүт өнімдері, жұмыртқа, балық бар).

Радиоактивті йодтың алдын алу радиоактивті емес йод (калий йодиді) тұздарын күнделікті тұтынудан тұрады.

Асқазанда радионуклидтер қорытылатын өнімдердің химиялық компоненттерімен әрекеттеспестен бос күйде болады. Бұл оларды радиопротекторлармен немесе радиопротекторлармен байланыстыру үшін салыстырмалы түрде қолайлы жағдай жасайды.

Радиопротекторлар-жасанды радио кедергісін тудыратын препараттар. Олар радиосезімтал органдар мен тіндердің өзгеруіне жол бермейді, жалпы биологиялық әсер ету құралдарына қарағанда қан түзетін тіндердің жасушаларын қорғайды; жасушалардағы деструкция және хромосомалық қайта құру процестерін әлсіретеді.

Денеге жағымсыз әсер етпейтін және жақсы радиопротекторлық әсер көрсететін табиғи шыққан радиопротекторларды қолданған жөн.

Мұндай радиопротекторларға галактурон қышқылының бос карбоксил топтары бар пектиндік заттар жатады. Олар радионуклидтерді асқазан-ішек жолына сіңбейтін және денеден оңай шығарылатын ерімейтін кешендер түзуге байланыстыра алады. Радиоактивті ластану жағдайында пектиннің оңтайлы профилактикалық дозасы тәулігіне 15 г құрайды.

Пектиндік заттардың ең көп мөлшері Анар жемістерінде кездеседі (3,3...19,9 %), тропикалық (5,5...15,8 %) және субтропиктік (9...14 %) дақылдар, тамыр дақылдары

(6,4...30 %), асқабақ көкөністері (1,7...23,6 %), жүзім, қарақат, қарлыған, мүкжидек (4,2...12,6 %). "Пектин" мемлекетаралық ғылыми-өндірістік қауымдастығы және Кубань мемлекеттік аграрлық университетінің "биотехникалық өңдеу" ҒЗИ құрамында пектин бар консервілер, кондитерлік өнімдер, нан-тоқаш, макарон және сүт өнімдері, алкогольсіз және алкогольсіз сусындар, сондай-ақ халықтың пектинопрофилактикасына ұсынылған құрғақ қоспалар әзірленді.

Күнделікті рационға пектинді құрамында өнеркәсіптік пектин бар Тамақ өнімдері түрінде немесе дайын тағамдарға ісінгеннен кейін қосылатын құрғақ ұнтақ түрінде қосуға болады. Қызылша мен күнбағыс пектиндері радионуклидтерді байланыстырудың ең үлкен қабілетіне ие, ал алма мен цитрус аз.

Пектиндік заттар фитосорбенттермен бірге жалпы және жергілікті сәулелік реакциялардың дамуына жол бермейді. Сонымен, кверцетиннің пектинмен үйлесуі радионуклидтердің сорбция процесін 2 есе баяулатады, бұл организмдегі зат алмасуға оң әсер етеді.

Радиопротекторлық қасиеттері бар антиоксидантты дәрумендерді тұтынуды арттыру радиопротекторлық тамақтанудың бір бағыты болып табылады. Сондықтан әр түрлі өсімдік майларын - зәйтүн, жүгері, күнбағыс - 2-ден көп жеген жөн...Күніне 3 ас қасық. Аскорбин қышқылы (С дәрумені), қымыздық және лимон қышқылдары организмнен радионуклидтердің, соның ішінде цезийдің шығарылуын тездетуге қабілетті.

Диетаны балық, кальций, фтор, А, Е, С дәрумендерімен, сондай-ақ сіңірілмейтін көмірсулармен (пектин, талшық) байыту онкологиялық аурулардың қаупін азайтуға ықпал ететіні, радиоактивті әсердің алдын алуда үлкен рөл атқаратыны анықталды.

Радиациялық фонды жоғарылату кезінде алкогольді ішімдіктерді тұтыну пайдалы деген жалпы пікір бар. Шынында да, аз мөлшерде құрғақ қызыл шараптар гемопозеге ықпал етеді, ал қызыл шараптардағы антоцианиндер мен катехиндер денеден шығарылатын кейбір радионуклидтермен ерімейтін кешендер түзе алады. Алайда, бұл әрекеттің ауқымы өте аз, қызыл шараптардағы фенолдық қосылыстардың мөлшері шамалы, ал шарттар соншалықты ерекше, сондықтан қызыл шарапты қабылдау 1-ден кешіктірмей тиімді болады...Радионуклидтерді қабылдағаннан кейін 2 сағат. Сонымен қатар, алкогольдің өзі адамның ішкі мүшелеріне, әсіресе радионуклидтерге ұшыраған бауырға тікелей уытты әсер етеді. Жаңа қайнатылған, әсіресе жасыл шайды тұтыну әлдеқайда пайдалы, оның құрамында кез-келген шарапқа қарағанда катехиндер көп. Сонымен қатар, шай жапырақтарында р витаминінің көп мөлшері бар, ол капиллярлардың өткізгіштігі мен сынғыштығын азайтады және тотығуға қарсы әсер етеді.

Азық-түлік рационының құрамы организмнің реакцияларына тек сәулеленудің жоғары деңгейімен ғана емес, сонымен қатар ұзақ уақыт бойы аз мөлшерде ішкі сәулеленумен де шешуші әсер ете алады. Радионуклидтердің ағзаның ішкі ортасына түсуін радиоқорғаушы, иммуноактивациялаушы немесе адаптогендік әсері бар өнімдер мен заттарды рационға қосу, сондай-ақ оларды аспаздық және технологиялық өңдеу арқылы реттеу адам ағзасының ішкі сәулеленуінің салдарын төмендетудің нақты жолы болып табылады.

Радиациялық биология мен гигиенаның қазіргі заманғы жетістіктеріне, бақыланатын аймақтарда жүргізілген бақылаулардың нәтижелеріне сүйене отырып, SN-топтардың

тасымалдаушылары ретінде ақуыздармен, полиқанықпаған май қышқылдарымен, күрделі крахмалды емес көмірсулармен, полисахаридтермен, минералды тұздармен және дәрумендермен байытылған ақуыз, липид, витамин, минералды тамақтанудың өзгертілген құрамын қамтитын радиациялық қорғаныс тамақтануының формуласы шығарылды (сурет. 3.4).

