

ӘОЖ: 577.3

Ш.С. Дагарова*, С.С. Айдосова, Н.З. Ахтаева

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

*E-mail: dshynar@mail.ru

Радиоактивті элементтер мен ластанған аймақтарда өскен өсімдіктер жабынына радионуклидтер әсері және радиоадаптация жайында жалпы шолу

Бұл мақалада радиоактивті элементтер мен ластанған аймақтардағы өсімдіктер жабынына радионуклидтердің әсері мен радиоадаптация бойынша әдебиеттер қорына жалпы шолу жазылған. Бүгінгі таңда адамзат өркениетінің бетке ұстар алдыңғы қатарлы технологияларының қарқынды дамуы биосфераның күрделі өзгерістеріне әкеліп соқтырады. Қоршаған ортада болып жатқан антропогенді әсер жағдайында табиғи ландшафттардың дағдарысы, биологиялық алуантүрліліктің сарқылуы орын алып, эволюция барысында қалыптасқан биоценоз байланыстары мен экожүйелердің тепе-теңдігі бұзылады. Қоршаған ортаның ластануы қазіргі уақытта көпшіліктің назарын аударатын бірден-бір мәселе.

Түйін сөздер: СЯСП, ядронуклидтер, өсімдіктер жабыны, анатомиялық және биохимиялық әдістер, жапырақ және тамырмүшелері, радиоадаптация.

Sh.S. Dagarova, S.S. Aydosova, N.Z. Akhtaeva

Review of the literature to study the role influence in radionuclides and radio adaptation of vegetation cover

This article provides an overview of the literature to study the role influence in radio nuclides and radio adaptation of vegetation cover. And still article presents data on changes of physiological and anatomical features of vegetation, in radioactive contamination.

Keywords: SRRP, radionuclids, vegetation cover, anatomical and biochemical methods, leaves and roots, radioadaptation.

Ш.С. Дагарова, С.С. Айдосова, Н.З. Ахтаева

Обзор литературных данных по изучению роли влияние радионуклидов и радиоадаптации растительных покровов

В данной статье приводится обзор литературных данных по изучению роли влияние радионуклидов и радиоадаптации растительных покровов. И еще в статье представлены данные по изменению физиологических и анатомических особенностей растительных покровов в радиоактивных загрязнениях.

Ключевые слова: СЯИП, ядронуклиды, растительный покров, анатомические и биохимические методы, листы и корни, радиоадаптация.

Бүгінде 20 жылдық тарихы бар Семей ядролық сынақ полигонының қоршаған ортаға әсерін зерттеу бүгінгі күнге дейін жалғасуда. Зерттеу жұмыстардың мақсаты тіршілік иелерінің техногенді стресс факторларына соның ішінде екінші реттік ластану деңгейіне ие радионуклидтердің әсерін зерттеу. Сонымен қатар радионуклидтердің тигізген әсерінің салдарынан қоршаған ортаның сапалық күйімен және оны қалпына келтіру мен пайдалану мүмкіндіктерін бағалау әрі зерттеу болып табылады. Теориялық және зертханалық жағдайда жүргізген зерттеулердің нәтижелерінде қоршаған ортаның техногенді ластану жағдайында өсімдіктердің тіршілігін сақтау және радиацияға бейімделу механизмдерін түсіну. Осы себептіде ұзақ уақытқа созылған радиацияның қоршаған орта мен өсімдіктерге әсерін зерттеу өзекті де маңызды болып табылады.

СЯСП аумағына радиоактивті элементтердің түсу мен таралуына байланысты Балапан мен Дегелең сынақ алаңдарын, 1990 жылдан бастап Ресей Федерациясы, АҚШ, Австрия, Франция, Чехия, Словения, Германия, Жапония, Қазақстан мамандарымен, сонымен қатар АТЭХАГ, НАТО және т.б. халықаралық ұйымдарымен бірлесіп осы сынақ алаңдарына әлі күнге дейін зерттеу жұмыстары жағасуда. Өткізілген ядролық сынақтардың ұзақ мерзімді зардаптарын бағалау үшін, Шығыс-Қазақстанның сынақ алаңдарын (қыстау, жайлау, ауылдар) аумақтарында, топырақ, өсімдік, су, ауа ортасына өткізілген радиологиялық зерттеулер өз жалғасын табуда.

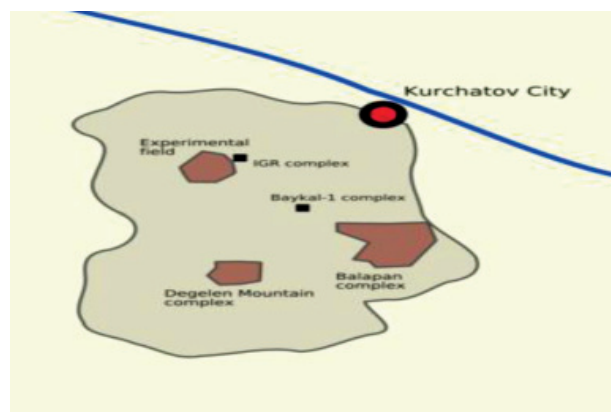
Семей сынақ полигон аймағында өсімдік жабынының екінші реттік радиоактивті ластануы қоршаған ортада ^{90}Sr -мен ^{137}Cs радионуклидтердің мөлшерінің өсімдіктер организмінде жинақталу заңдылықтарының сипаты «дақ» тәрізді және радионуклидтердің ауамен таралып жауын-шашынмен жерге түсіп, топырақты және өсімдіктерді, табиғи суларды радиоактивтік заттармен ластану процесі жүреді. Семей сынақ алаңындағы радиоактивті элементтердің биологиялық ағзалармен сіңірілуі радионуклидтердің биологиялық сіңімділігіне байланысты. Биологиялық сіңімділік радионуклидтердің суда ерігіштігіне байланысты.

Радиациялық жағдайды сипаттайтын параметрлер зерттелді, олар: гамма-сәулеленудің экспозициялық (эквивалентті) дозасының

қуаттылығы (ЭДК); адамның ағзасы мен өсімдіктерге және табиғи ортадағы техногенді әсері бар радионуклидтердің біркатары; (цезий-137, стронций-90, плутоний-238, плутоний-239, полоний-210, америций-241) құрамындарына зерттеу жұмыстары жалғасуда.

Қазіргі таңда радиоактивтермен ластанған аймақта өсетін өсімдіктерге радионуклидтердің әсерін мен радиоадаптациялық қасиеттерін зерттеу өзекті мәселе.

Әдеби деректер бойынша өсімдіктерге радионуклидтердің әсері радионуклидтердің көп пайыздық мөлшеріне байланысты болады, яғни қоршаған ортада ядролық сынақтар нәтижесінде радиоактивті қалдықтар жинақталып ортада (^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{144}Ce), нуклидтер (^3H , ^{24}Na , ^{59}Fe , ^{60}Co , ^{65}Zn және т.б.), табиғи радиоактивті ауыр металдар (U, Th, Ra және т.б.) жасанды элементтер (Pu, Am, Cm және т.б.) саны артады да, өзен, көл, мұхит, топырақтарға келіп түседі [1].



1-сурет – СЯСП алаңдарының



2-сурет – Семей ядролық сынақ картасы полигон жарылысы

Қазіргі уақытта Семей сынақ полигонның шекараларымен негізгі сынақ алаңдары анықталып сол жерлерде радиоактивті ластанудан сақтану жайлы арнайы белгілермен белгіленген. Дегелен тәжірибе алаңындағы жекелеген учаскелер (1-сурет), Балапан алаңындағы Атом көлі (әсіресе көлдің топырақ үйіндісі) және басқа да объектілердің кейбірі қауіпті жерлерге жатады, бұл жерлерде ұзақ уақыт болу немесе пайдалану кері әсерін тигізеді. 2009 жылдан бастап СЯСП аумағының шартты түрдегі батыс бөлігін, шамамен 560 км² болатын кіші ауданын зерттеу жөніндегі жұмыстар нәтижесінде, бұл жерді шаруашылық айналымына пайдалануға ұсынды.

Семей сынақ полигоны аймағында өсімдік жабынының радиоактивті ластану деңгейі мен радионуклидтердің өсімдіктер организмінде таралу заңдылықтарының сипаты «дақ» тәрізді және радионуклидтердің жинақталуы топырақтың беткі қабатында жүреді, полигон жарылыстарынан пайда болған радиоактивтік заттар ауамен таралып жауын-шашынмен жерге түсіп (2-сурет), топырақты және өсімдіктерді, табиғи суларды радиоактивтік заттармен ластану процесі жүретіндігі анықталған.

Полигонның кейбір учаскелерінде Дегелен алаңындағы ерекше қауіптілік өсімдіктер организмінде тритийдің (3Н тритий – Т) жоғары концентрациясының әсері. Тритий ядролық сынақтар нәтижесінде түзіледі. Радиоактивті элементтердің қалдықтарының құрамында 3Н тритий – Т мөлшері 3,4–4,2 Бк/л-ға тең. Тритийдің кейбір радионуклидтерден айырмашылығы атмосфераға бірден таралып, ауада ауыр сутегті молекулаларын түзеді НТО (77%), DTO және Т₂O. Радиоактивті заттардың ыдырау салдарының атмосфера мен жердің жоғарғы қабат аралықтарында 3Н тритийдің жоғары концентрациясы түзіледі. Химиялық және биохимиялық қасиеті жағынан тритий β – сәулелену әсерінен өсімдіктер организміндегі ұлпаларды мутанттық өзгерістерге ұшыратады [2].

Көптеген биологиялық зерттеу жұмыстарда анықталғаны топырақ қабатындағы радионуклидтерді өсімдіктер тамыр мүшесі арқылы сезінеді. Тамыр-өсімдіктің топырақтан қоректену қызметін атқаратын негізгі вегетативтік мүшесі болып табылады. Өсімдіктердің іштей сәулеленуі тамыр жүйесі арқылы сіңірілген

техногенді радионуклидтер арқылы жүзеге асады. Топырақтағы радиоактивті изотоптар тамыр жүйесінде жинақталып, оның дамуына, ішкі құрылымына әсері бар екендігі зерттелген.

Полигон жарылыстарынан пайда болған радиоактивтік заттар ауамен таралып жауын-шашынмен жерге түсіп, топырақты және өсімдіктерді, табиғи суларды радиоактивтік заттармен ластану процесінің жүруі зертханалық зерттеу жұмыстардан байқауға болады. Радиоактивтік изотоптардың ең қауіптісі стронцийдің изотопы (⁹⁰Sr) – β сәулелену әсерінен қоршаған ортада уран мен плутонидің көп мөлшердегі бөлінуі салдарынан түзіледі, цезийдің (¹³⁷Cs), өйткені олардың жартылай ыдырау уақыты өте ұзақ (⁹⁰Sr – 28 жыл, ¹³⁷Cs – 33 жыл) және олардың сәуле шығару күші үлкен болғандықтан, биологиялық айналымға белсенді қатысады.

СЯСП аймақтарын зерттеуде бұл территорияда әртүрлі бағытта бір қатар зерттеу жұмыстар жүргізілген; Табиғи экотоптағы өсімдіктер флораларының құрылымына жер асты зерттеу жұмысын жүргізу барысында «Балапан» сынақ алаңынан 122 түтікті өсімдіктер түрлері алынған.

Зерттеу алаңдарынан алынған негізгі үштік өсімдіктер тұқымдастарына; *Asteraceae* (түрлердің жалпы саны 26 түр немесе түрлердің жалпы санының 21,3% құрайды), *Poaceae* (түрлердің жалпы саны 19 түр немесе түрлердің жалпы санының 15,6% құрайды), *Chenopodiaceae* (түрлердің жалпы саны 22 түр немесе түрлердің жалпы санының 18% құрайды). СЯСП «Балапан» зерттеу алаңынан алынған *Artemisia*-ның 12 түрі; бұлардың арасындағы доминатты түр; жіңішке жусан (*Artemisia gracilescens*), майқара жусан (*A. sublessingiana*), мұз жусан (*A. frigida*), Шренк жусан (*A. schrenkiana*), қара жусан (*A. pauciflora*). Жусан түрлерін негізгі топтасуларда; шашақты жусан (*A. scoparia*) және Сиверса жусаны (*A. sieversiana*) ластанған аймақтың жеке көзі болып табылады. Балапан зерттеу алаңындағы өсімдіктер экотоптарының экоморфологиялық көрсеткіштері өзгерістерге ұшыраған; ондағы өсу деңгейі бойынша мезоксерофиттер 25-26,4%; ксеромезофиттер 30-31,9%; және ксерофиттер 15-17,2% – тең екендігі анықталған. Географиялық координата (1:1000) масштабында анықталған доминатты өсімдіктер тұқымдастары; *Asteraceae* (15 жалпы

түрі) > *Poaceae* (10 жалпы түрі) > *Chenopodiaceae* (4 жалпы түрі) > *Polygonaceae* (3 жалпы түрі) > *Rosaceae* (3 жалпы түрі). Сонымен қатар Балапан жазық зерттеу алаңындағы негізгі доминатты өсімдіктер түрлері анықталды оларға; *Artemisia sublessingiana*, *A. gracilescens*, *A. compasta*, *Stipa sareptana*, *Stipa lassingiana*, *Stipa capillata*, *Festuca valesiaca*.

Семей ядролық сынақ полигон аймағындағы өсімдіктердің флоралық талдау нәтижесі (СЯСП) территориясындағы табиғи және радиоактивті элементтермен ластанған өсімдік экотоптарының флорасын өзара салыстыру арқылы жүргізіледі. Радиоактивті элементтермен ластану дегеніміз – табиғатта кездеспейтін γ – сәулеленудің ең жоғарғы қуаттылық көрсеткішіне ие жерлерді айтады. Әдетте, радиоактивті элементтер мен ластанған экотоптағы өсімдіктер жабыны толығымен бұзылады, оларға Дегелең және Балапан сынақ алаңдарының *Festuca valesiaca*, *Stipa capillata* L., *Artemisia gracilescens* сияқты доминатты өсімдіктердің тұқымдарының өнуі және өсу процесінің өзгергендігін, және клеткалардың бөліну кезінде ауытқулар жүретіндігі анықталған. Ұзаққа созылған радиоактивті ластанудың әсерінен өсімдіктер флораларында өзгерістер болатындығы зерттелген. Радионуклидтердің жоғарғы концентрациялары әсерінен өсімдіктердегі онтогенез кезеңдері қысқарады (неотения), фенология өзгеріп теротогенез құбылыстары орын алды.

Радионуклидтердің өсімдіктер мүшелеріне жинақталуы алдымен тамырда, одан төмен жапырақ және сабақта, одан төмен тұқым, жер асты қор жинаушы мүшелерінде болады. Өсімдіктер организмінде хлорид түрінде енген (^{90}Sr) өсімдіктің тамырында, жер үсті мүшелерінде біркелкі таралған, яғни өткізгіш шоқ маңайында және клетка қабықшаларында жинақталады. Ал (^{137}Cs) радионуклидтері көп мөлшерде мерисистемада жинақталған. Радионуклид (^{134}Cs) өсімдік жабынында көктемде артады да, ал күз мезгілінде кемидітіңдігі анықталған. Сонымен қатар (^{134}Cs) мен (^{137}Cs) радионуклидтердің өсімдіктер организмдерінде жинақталуы топырақ типіне де байланысты болып келеді, тұзды әрі сортаңды топырақ түрлерінде (^{134}Cs) мен (^{137}Cs) радионуклидтердің жинақталу қарқындылығы жоғары және әсері әралуан. Сіңірілген ^{137}Cs -дің

25% және жер бетіндегі ^{90}Sr 95% дейін, ал ^{137}Cs 70% суда жеңіл ериді.

Ал атомосфераға келіп түскен радионуклидтерді өсімдіктер жапырақ мүшесі арқылы сезеді. Яғни ауада еріген ^{90}Sr мөлшері артып өсімдік жапырақ мүшесінің көлемі өзгеріске ұшырайды да, жапырақ тақтасының беткі жағында түрлі-түсті дақтар пайда болып өсімдіктер организміндегі физиологиялық алмасу процесстері бұзылады. Бұдан өсімдіктер организмі үшін маңызды болып табылатын фотосинтез процесі өзгерістерге ұшырап жапырақ тақтасының қызметі бәсеңдейді [3]. Экосистемада топырақтың беткі қабатының 90-99% өсімдіктер биомассасы алып жатыр, яғни топырақ беткі қабаты кез-келген радионуклидтерге сезімтал болып келеді, Чернобыльдегі радиоактивті ластану салдарынан қарағайлы және қарағайлы қылқанды жапырақты орман өсімдіктерінің радионуклидтермен (^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{144}Ce және табиғи радиоактивті ауыр металл U) ластану саны артып, салдарынан өсу механизміне кері әсерін тигізген. 1986 ж. Чернобыльдегі қарағайлы орман алқаптарының радиоактивті ластануы ^{137}Cs мен ^{134}Cs аралығында түрлі әсерлік көріністерге ие болды. Зерттеуге алынған қарағайдың сақиналы дінінің сыртқы қабатында ^{137}Cs сәулеленуінің әсері 5:1 қатынасында анықталған, ал ^{137}Cs мен ^{134}Cs аралығында алынған қарағайдың сақиналы дінінің сыртқы қабатында өткізгіш шоқтар мен ксилема түтіктерінің мөлшері ($1,20 \pm 0,01$), бастапқы қабық қалыңдығының өзгергендігі зерттелген. Радиоактивті ластану салдарынан өсімдік флораларының түрлік құрамына әсер етіп, онтогенез кездерін қысқартады (неотения), өсімдіктердің генетикалық аппараттары, сыртқы және ішкі құрылысы өзгеріп, жапырақ тақталары бірігіп кетеді де, сабақ пен тамырдың өсуінің нашарлауы немесе артуы, филлотаксис, дихотомия, фасциация, теротогенезбенісіктердің түзілуі жүреді. Топырақтың беткі қабатына келіп түскен радиоактивті заттарды өсімдіктер тамыр мүшелері арқылы сезінеді, Семей сынақ полигон аймағындағы өсімдіктер тамырларының анатомиялық құрылыс ерекшеліктері зерттелген, өсімдіктердің өркендеріне қарағанда, олардың тамырларында радионуклидтердің мөлшері жоғары болғандығын анықтаған [4]. Сонымен қатар әртүрлі деңгейдегі ластану нүктесіндегі зерттеуге алынған әрбір өсімдік тамыр

аймағындағы топырақ үгілерінде табиғи радионуклидтердің (U, Th, Ra и др.) мөлшері жоғары болған. Және де γ мен β сәулеленуші ортада жасанды радионуклидтер (Pu, Am, Cm және т.б.) тек ластанған нуктелерде ғана анықталып, кейбір жасанды радионуклидтер өсімдіктердің жер асты және жер үсті бөліктерінде жинақталуы өсімдіктің жеке түрлеріне байланысты болатындығы зерттелген. Зерттеуге алынған *Festuca valesiaca* және *Stipa capitata* өсімдіктерінің тамырында ^{137}Cs көп мөлшерде жинақталатындығы анықталған. Өсімдіктердің ағзасында радиация нәтижесінде әртүрлі қалыпта бөлек өзгерістердің пайда болуы өсімдіктердің ұлпаларының бұзылуынан туындайды, яғни түзуші ұлпа қызметінің бұзылуы сонымен қатар барлық мүшелерде ісік пайда болатынын зерттеген. Радиация әсерінен пайда болған ісіктер -сәулеленген меристема немесе өсімдік ұлпалары бөліну қабілетін жоғалтқан, яғни ұлпа клеткаларының қызметінің төмендеуінен туындаған. Радиация әсерінен өсімдік жапырақтарының мөлшері, қалыңдығы, өзгеріп сабақ пен тамыр өсуінің нашарлауы және артуы, түрлі ісіктердің түзілуі анықталған. Өсімдіктер сабақтарының анатомиялық құрылысында өткізгіш шоқтар мен ксилема түтіктерінің мөлшері, алғашқы қабық қалыңдығы өзгеретіндігі жайында дәлелденген [5;6].

СЯСП аймағындағы өсімдіктердің радионуклидтермен ластану жағдайында өсімдіктердің өсу биіктігі мен жапырақ тақтасының морфо-анатомиялық өзгерістері жағынан радиоадаптациялық ерекшеліктерінде анықталған.

Иондаушы сәулеленудің өсімдіктерге әсерін анықтауда жүргізілген зерттеулердің дамуы табиғи радиоактивтерді (U, Th, Ra және т.б.) зерттеумен байланысты болып табылады. Радиацияның биологиялық әсерін жан-жақта зерттеу жұмыстарында, радиоадаптациялық бағытта радиоактивті руданы топырақпен араластырған уақытта өсімдіктер тұқымының өну жылдамдығы артқанын көрсетеді [7]. Ал өзге де зерттеушілер еңбектерінде радиоактивті тыңайтқыштар қосылған кезде қоректік ортада өсімдіктер бақылаумен салыстырғанда қоректік элементтерді жақсы сіңіретіндегі анықталған. Яғни рудалар қалдықтарымен тыңайтылған топырақта сұлы өнімділігі артқаны анықталған. Радиоактивтік заттардың ыдырауынан пайда

болған заттарды топырақтан өсімдіктердің сіңіруі топырақтың қасиеттеріне – механикалық және минералдық құрамына, химиялық қасиетіне, гумус заттарының және т.б. байланысты. Бұл жөнінде жүргізілген тәжірибеде топырақтың үш түрі алынған, олардың бәрінде ^{90}Sr – мөлшері бірдей. Сазбалшық топыраққа қарағанда құмды, құнарлы, күл қосқан топырақта өскен сұлы дәнінде ^{90}Sr мөлшері 4 есе және қар топырақта өскен сұлымен салыстырғанда 36 есе көп болған [8].

Малина жас өсімдігіне радиоактивтік ^{90}Sr зат енгізілгенде ол өсімдіктің сабағына, бұтағына, жапырақ жолақтарына көптеп жиналады. Радиоактивтік ^{90}Sr сәулелену организмде заттардың жылжуын, орын алмастыруын, санын, көлемін анықтауға мүмкіндік жасайды. Радиация өсімдіктер өнімін арттыруда ауыл шаруашылығында кең қолданылады. Тұқымдарды, картопты, жас жеміс ағаштарын отырғызардың алдында сәулелену әсерін өткізеді. Радиация арқылы жаңа сорттарды шығаруға мүмкіндік жасалынады, әр түрлі зиянкестерді құртуға, тыңайтқыштарды егіс даласына және т.б. салудың нағыз қолайлы мерзімін анықтауға пайдаланады. Қант қызылшасын себер алдында сәулелену әсерінен өткізгенде оның өнімі 40% өседі және құрамындағы қант 15-35%-ға дейін жоғарылайды. Парникте өсетін редистің тұқымын себер алдында сәулелендіру нәтижесінде оның өнімін 25%-ға арттырған. Сәулеленген тұқымдарда даму құбылысы жылдамдайды. Топыраққа әлсіз радиоактивтік затты салғанда өнім жоғарылайды. Егер сәулеленудің үлкен мөлшері тірі организмге зиян болса, оның аз мөлшері, керісінше, тіршілік жағдайын күшейтеді. Арнайы жасалған гамма – сәулелену құралы арқылы бір сағатта бір тонна тұқымды сәулелендіруден өткізуге болады. Тұқымды сәулелендіру үшін оның сортын, ылғалдылығын және т.б. жағдайларды ескереді, яғни әр организмге радиация мөлшері арнайы түрде беріледі. ^{32}P радиоактивті жүзім сабағының түбіне салғанда өсімдікке тез сіңеді, ал ерітінді түрінде салғанда баяу, аз сіңеді [9]. Иондаушы сәулелену қоршаған ортаның универсалді құбылысы болып табылады немесе радиация өсімдіктер өнімін арттыруда ауыл шаруашылығында кең қолданатындығын анықтаған. Мысалы $(\text{U})^{235}$ және $(\text{U})^{238}$ – изотоптары гумусты заттармен кең байланысты.

Изотоптар ядрода нейтрондар санының әр түрлі болған заттарды топырақта гумустың мөлшерін көп болуына байланысты, өсімдіктердің топырақтан қажетті заттарды сіңіру қасиеттері жақсы жүріп отыратындығы анықталған сонымен қатар кейбір өсімдік өкілдері U (уран)-ды жер асты мүшесі тамырға қажетті мөлшерде жинақтайтындығы анықтаған соның бірі – Жусан өсімдігінің *Artemisia arenarius* түріне тән [10]. Топырақ пен су культураларындағы өсімдіктерге қоректік зат ретінде аз көлемде U (уран); Ra (радий); To (торий)-ды қосқан кезде сәбіз, бұршақ пен қияр өсімдіктерінің өнімділігі мен түсімі артқан. Сонымен қатар радиоактивті заттардың өсімдік өнімділігіне әсері анықталған [11].

Қорыта айтқанда жоғарыда келтірілген зерттеу жұмыстарын негізге ала отырып, қоршаған ортаның радионуклидтермен ластануы әліде толықтай зерттелуді қажет етеді, олардың өсімдіктер организмне әсері ұлпалық деңгейде

зерттелмеген, ал биохимиялық деңгейде әліде нақтылы зерттеу жұмыстары қажет.

U (уран); Ra (радий); To (торий)-дің өсімдіктер организмдерінің биомассасында жинақталуы, организмде жүретін процестерге оң нәтиже береді, ал кейбір зерттеу жұмыстарында теріс мәнге ие болатындығы анықталған. Сонымен қатар иондаушы сәулеленудің өсімдіктерге әсерін анықтауда жүргізілген зерттеулер нәтижесінде табиғи радионуклидтер өсімдіктердің тұқымының өну жылдамдығының арттыратындығы анықталған. Радиоактивті ластану жағдайында өсімдіктердің өсу биіктігі мен жапырақ тақтасының морфо-анатомиялық өзгерістері жағынан радиоадаптациялық ерекшеліктеріде зерттелуде.

Қоршаған ортаны радиациядан қорғау – Қазақстан Республикасының алдында тұрған аса күрделі мәселе. Әсіресе экологиялық апатқа ұшыраған Семей ядролық сынақ полигон аймақтары қатаң бақылауға алынған.

Әдебиеттер

- 1 Hiroo Nakajima Ph.D. “Radionuclides carved on the annual rings of a tree near Chernobyl”. v. 1–7, N. Y. – L., 1994: 266-267 P.
- 2 H. Miyagawa, Fujioka N., Kohda H. Studies on the tissue culture of *Stevia rebaudiana* its components // *Planta med.*-1986. P. №4. 230-238.
- 3 Sparrow A.H., Schwemmer S.S., Bottio P.J. The effects of external gamma radiation from radioactive fallout on plants with special reference to crop production // *Radiation Botany*. – 1971. – v.11. – N 2.
- 4 Теренин А. Н., Фотоника молекул красителей и родственных органических соединений, Л., 1967; Смит К., Хэнеуолт Ф., Молекулярная фотобиология: пер. с англ. – М., 1972; Конев С. В., Болотовский И.Д., Фотобиология, Минск. – 1974.
- 5 Айдосова С.С., Мұхитдинов Н.М., Дурмекбаева Ш.Н. Семей полигоны аймағындағы өсімдіктердің морфо-анатомиялық ерекшеліктері. – Алматы: Қазақ университеті. – 2001. – 140 с.
- 6 Ахтаева Н.З, Айдосова С.С, Мухитдинов Н.М «Семей полигон аймағындағы өсімдіктер тамырларының анатомиялық құрылыс ерекшеліктері» // *Вестник*. – 2004. – 284-285 беттер.
- 7 Абильдинова Г.Ж., Святова Г.С., Карабаев Б.К. Цитогенетические эффекты в популяциях, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения в результате многолетней деятельности Семипалатинского полигона // *Вестник НЯЦ РК. Выпуск 3. Радиоэкология. Охрана окружающей среды*.-2000.-С.135-140.
- 8 Тулебаев Б.А., Минкенова., Мамырбаева А.Н., Каримбаева К.С. Результаты морфобиологического анализа семян дикорастущих трав опытной площадки Балапан и Дегелен // *Труды межд.конф. (Семипалатинский испытательный полигон. Радиационное наследие и проблемы нераспространения*. –Курчатов, 2003.-120с.
- 9 Павлоцкая ф. И., Тюрюканова Э. Б., Баранов В. И., Глобальное распределение радиоактивного стронция по земной поверхности. – М., 1970; Современные проблемы радиобиологии / под общ. ред. А.М. Кузина. – Т. 2. – М., 1971; Хеморадиоэкология пелагиали и бентали. – К., 1974. – 125-127 стр.

10 Меж.народ. науч. конф. «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среды». – 2000. –67 с. Topical problems of geochemical ecology (Material of Fift International biogeochemical school) Semipalatinsk – Kazakhstan (8-11 september 2005)

11 Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: Методическое руководство // Под редакцией Г.В. Удовенко. – Л.: ВИР, 1988. – 227 с.

Reference

1 Hiroo Nakajima Ph.D. «Radionuclides carved on the annual rings of a tree near Chernobyl» v. 1-7, N. Y. – L., 1994: 266-267 P.

2 H. Miyagawa, Fujioka N., Kohda H. Studies on the tissue culture of *Stevia rebaudiana* its components // *Planta med.*-1986. P. Number 4. 230-238.

3 Sparrow A.H., Schwemmer S.S., Bottio P.J. The effects of external gamma radiation from radioactive fallout on plants with special reference to crop production // *Radiation Botany*. – 1971. – V.11. – N 2.

4 Terenin A.N, Photonics of dye molecules and related organic compounds, L., 1967, Smith, K., Heneuolt F., *Molecular Photobiology*, trans. from English., M., 1972, Konev SV Bolotovskii ID, *Photobiology*, Minsk, 1974 Krasnovsky AA

5 Aydosova S.S, Mukhitdinov N.M, Durmekbaeva Sh.N. Families polygons plants roots anatomical and structural characteristics.. – Almaty: Kazak universiteti. – 2001. – 140 p. (Book)

6 Ahtaeva N.Z, Aydosova S.S, Mukhitdinov N. M. «Semey test site regions plants roots anatomical and structural characteristics.» *Gazette* 2004; 284-285 better

7 Abildinova GJ, Svyatovit G.S., Karabalin B.K. Cytogenetic effects in populations exposed to ionizing radiation as a result of many years of work Semipalatinsk / *Herald NNC. Issue 3. Radioecology. Environmental sredy.*-2000.-p.135-140.

8 Tulebayev B.A., Minknova., Mamyrbaeva A.N., Karimbaeva K.S. The results of the analysis morphobiological seeds of wild grasses and study site Balapan Degelen. *Proceedings mezhd.konf. (Semipalatinsk test site. Radiation Legacy and non-proliferation issues (, Kurchatov, 2003.-120s.*

9 Pavlotskaya F. I., Tyuryukanova E.B, Baranov V.I. Global distribution of radioactive strontium on the surface, M., 1970, *Modern Problems of Radiobiology*, Ed. Ed. AM Kuzin, 2, Moscow, 1971; *Hemoradioekologiya pelagic and benthic*, K., 1974, pp. 125-127

10 Mezhd.narod. scientific. Conf. «Heavy metals and radionuclides in the environment» 2000, page 67 Topical problems of geochemical ecology (Material of Fift International biogeochemical school) Semipalatinsk – Kazakhstan (8-11 september 2005)

11 Diagnosis of plant resistance to stresses: Methodological Guide // Edited by G. Udoenko. L. VIR. 1988, 227 with