

**ƏRAZİNİ ÇİRLƏNDİRƏN RADİONUKLİDLƏRİN TORPAQDAN
ƏRAZİDƏ FORMALAŞAN BİTKİLƏRƏ KEÇMƏ
ƏMSALLARININ TƏYİNİ**

C. R. ORUCOVA, E. S. CƏFƏROV
AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu
cemale-25@rambler.ru

İşdə Abşerondakı Ramana Yod zavodunun istehsalat ərazisini çirkləndirən kalium-40, torium-232, uran-radium sırası elementlərinin ərazidə formalaşmış dəvətikanı, qoşayarpaq, turneforsiya və ciğ kimi bitkilərdə və onların ayrı-ayrı orqanlarında toplanma əmsalları müəyyənləşdirilmişdir. Bu əmsalların bitki və radionuklidin növündən asılı olmaqla yanaşı, həm də mövsümi xarakter daşması müəyyənləşdirilmişdir.

***Açar sözlər:** təbii radionuklidlər, toplanma əmsalı, yabanı ot bitkilər, qida zənciri.*

Canlı orqanizmlərin ətraf mühidə mövcud olan müxtəlif çirkləndiricilərin təsirinə cavab reaksiyasını öyrənərkən bitkilərə daha çox üstünlük verilir. Bu, artıq qeyd etdiyimiz kimi, ilk növbədə onların təbii trofiki zəncirin ilkin həlqəsi olması ilə yanaşı, həm də müxtəlif ətraf mühit çirkləndiricilərinin toplanması prosesində mühüm rol oynaması ilə əlaqədardır.

Ağır toksiki metalların, həmçinin də təbii radionuklidlərin miqra-siyası və verilmiş yerdə yenidən paylanması kimi proseslərdə isə əsas rolu ot bitkiləri oynayır, çünki onlar əksər ərazilərdə təbii landşaftın ümumi biokütləsinin dominant hissəsini təşkil etməklə yanaşı, həm də praktiki olaraq hər növ ağır metal və təbii radionuklidi özündə toplamaq və onların formalarının transformasiyası proseslərində iştirak etməq qabiliyyətinə malikdirlər [1]. Bu qabiliyyət bitkilərin kök sistemlərinin ağır toksiki və radioaktiv metalların daha çox paylandığı torpağın üst qatında yerləşməsi ilə əlaqədardır. Həmçinin də müəyyən edilmişdir ki, ot bitkilərinin çirklənmə səviyyəsi həmin ərazidə yetişən ağac bitkilərinin asimilyativ orqanlarının çirklənmə səviyyəsindən bir neçə dəfə yüksək olur ki, bu zaman da ən böyük fərq iynəyarpaqlı, ən az fərq isə iriyarpaqlı ağac bitkilərində müşahidə olunur [2].

İnsanın qida zəncirinin ilkin çirklənmə həlqəsini təşkil edən bitkilər, məlum olduğu kimi, birbaşa və ya dolay yolla çirklənməyə məruz qala bilirlər. Bu halda birbaşa çirklənmə atmosfer çöküntüləri vasitəsilə həyata keçirdiyi halda, dolay çirklənmə bitkilərin kök sistemlərinin müxtəlif radionuklidləri mənimsəməsi hesabına baş verir. Bitkilərin kök sistemləri vasitəsilə çirklənməsi əksər hallarda üstünlük təşkil etdiyindən bu çirklənmənin tədqiqi son illər daha çox diqqət mərkəzindədir.

Çirklənmiş ərazilərdə bitən bitkilərlə ev heyvanlarının qidalanması müxtəlif radionuklidlərin insan orqanizminə daxil olmasının əsas yolu olmasını nəzərə alsaq, radionuklidlərin torpağın xassəsindən və bitkinin növündən asılı olaraq həm torpaqdan bitkilərə keçmə, həm də bitkilərin ayrı-ayrı orqanlarında toplanma xüsusiyyətlərinin araşdırılmasına böyük ehtiyacın olması aydın olur.

Materiallar və tədqiqat metodları

Təcrübə sahəsindən götürülmüş dəvətikanı, qoşayarpaq, turnefor-siya və cığ bitki nümunələrinin radioaktiv kömür tozundan təmizlənməsi məqsədi ilə laboratoriya şəraitində su ilə yuyulması və otaq temperaturunda qurudulması həyata keçirilmişdir. Daha sonra nümunələr «kök», «gövdə», «yarpaq», «tikan», «toxum» kimi ayrı-ayrı orqanlara ayrılmaqla, Mufel sobasında yandırılmışdır.

Növbəti mərhələdə yandırılmış bitki nümunələri üyüdülməklə bircins kütlə halına salınmış və radiospektrometrik analiz üçün nəzərdə tutulmuş bir litrlik xüsusi Marinelli qablarına doldurulmuşdur. Kip qablaşdırılmış həm torpaq, həm də bitki nümunələrinin kütlələri dolu və boş qabların kütlələrinin fərqi əsasında təyin edilmiş və nümunələrin tərkibindəki radionuklidlərin radioaktiv tarazlıq halına çatması üçün bir ay müddətində saxlanılmışdır.

Təcrübə sahəsi kimi seçdiyimiz ərazinin radiasiya fonu şüalanma dozasının gücünü ölçməyə imkan verən SRP-88 (Rusiya) və MKS-AT 1125A (Belarusiya, Atomtex) tipli dozimetr-radiometrlerin köməyi ilə ölçülmüşdür.

Tədqiqat işimizdə torpaq və bitki nümunələrinin radionuklid tərkibini müəyyənləşdirmək üçün «Progress-BG» markalı Rusiyanın «Doza» firmasının məhsulu olan γ -radiospektrometrdən istifadə edilmişdir.

Alınmış nəticələr və onların müzakirəsi

Məlum olduğu kimi, radionuklidlərin çirklənmiş ərazilərdən bitkilərə keçməsinə təsvir etmək üçün toplanma əmsallarından istifadə edilir ki, bu da radionuklidlərin bitkidə konsentrasiyasının torpaqda konsentrasiyasına nisbəti kimi müəyyən edilir:

$$K_t = \frac{n_{r,b}(Bk/kq)}{n_{r,t}(Bk/kq)},$$

burada $n_{r,b}$ - radionuklidlərin bitkidə, $n_{r,t}$ - isə torpaqda konsentrasiyasıdır.

Aydındır ki, bitkilərin radionuklidləri kök vasitəsilə qəbul etməsi torpaqməhlulunda baş verir. Ona görə də, digər şərtlər eyni olduqda belə, torpaq məhlulunda radionuklidlərin konsentrasiyası çox olduğu halda, bitkilərdə də onların miqdarı çox olmalıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, torpaqda radionuklidlərin verilmiş konsentrasiyasında belə, onun torpaq məhlulunda konsentrasiyası geniş intervalda dəyişə bilər ki, bu da, hər şeydən əvvəl, torpağın sorbsiya etmə, fiksətmə xüsusiyyətləri ilə və radionuklidin torpaq məhlulundan bitkilərə keçmə intensivliyini artırma bilən torpaq məhlulunun kation tərkibi ilə əlaqədar olur.

Toplanma əmsallarına uyğun göstəricilər böyük variabelliyyə malik olurlar. Daha dəqiq desək, müxtəlif torpaqlarda yetişən eyni növ bitki

üçün K_t əmsalı 2-3 tərtib fərqlənə bilər [3]. Məlumdur ki, K_t əmsallarının böyük variabelliği əhəmiyyətli dərəcədə torpaqların fiziki-kimyəvi xassələrindəki fərqlərlə müəyyən olunur. Bu səbəbdən də, toplanma əmsallarının ən düzgün təyini onların torpağın xüsusiyyətləri əsasında müəyyənləşdirilməsidir.

Məlum olduğu kimi, torpağın xüsusiyyətlərinin radionuklidlərin bioloji mənimsənilməsində rolu ənənəvi olaraq radioizotopların hansı formada olması ilə təyin olunur [4]. Bu zaman radionuklidlərin bitkiyə keçməsinin əsas payı məhz mübadilə oluna bilən formanın üzərinə düşür [5], lakin təcrübi faktların təhlili K_t əmsalı ilə mübadilə oluna bilən formanın miqdarı arasında zəif korrelyasiyanın olduğunu göstərir [6]. Çox yəqin ki, bunun səbəbi K_t əmsalına radionuklidlərin mübadilə oluna bilən formasının miqdarı ilə yanaşı, həmçinin də torpağın sorbsiyaetmə xüsusiyyəti və torpaq məhlulunda radionuklidlərlə rəqabət edə bilən kationların miqdarı da əhəmiyyətli dərəcədə təsir edə bilər.

Hal-hazırda müəyyən edilmişdir ki, radionuklidlərin torpaqdan bitkilərə keçməsi təkcə torpaq - kimyəvi prosesin təsirinin nəticəsi deyil, bu, həmçinin torpaq məhlulundan radionuklidlərin bitkilərin kök sistemləri vasitəsilə udulması ilə bağlı bioloji (fizioloji) prosesin nəticəsidir. Hər iki proses torpaq məhlulunda radionuklidlərlə rəqabətə girə bilən kationların konsentrasiyası ilə müəyyən olunur.

Dediklərimizə müəyyən qədər aydınlıq gətirmək məqsədilə təbii radionuklidlərlə çirklənmiş təcrübə sahəsində ^{40}K , ^{226}Ra və ^{232}Th izotoplarının ərazidə formalaşmış dəvətikanı, qoşayarpaq, turneforsiya və ciğ bitkilərində və onların ayrı-ayrı orqanlarında miqdarları müəyyənləşdirilmişdir. Torpaq nümunələri bitkilərin kök sistemlərinin yerləşdiyi 0-15 sm-lik dərinlikdən götürülmüşdür və bu sahəyə həsr olunmuş digər əksər işlərdə olduğu kimi, bitkilərin radionuklidləri özündə toplamaq qabiliyyətini xarakterizə etmək üçün istifadə olunan formal kriteriyalardan – K_t toplanma əmsallarından istifadə edilmişdir.

Qeyd edək ki, əkin torpaqları üçün bu əmsallar radionuklidin xassələrindən, onun torpaqda hansı formada olmasından, bitkinin növündən və torpağın xüsusiyyətlərindən asılı olur [2]. K_t əmsallarının qiyməti, həmçinin radionuklidin hansı hissəsinin torpağın əkilən təbəqəsində olmasından asılı olur. Dincə qoyulmuş əkilməyən torpaqlar üçün isə bitkinin radioaktiv çirklənməsinə təsir edə bilən əlavə faktor bitkinin kök sisteminin yerləşdiyi təbəqədə radionuklidlərin şaquli paylanmasıdır. Məsələn, kök sisteminin hansı hissəsində radionuklidlərin daha çox olmasından asılı olaraq, bitkilərdə radionuklidlərin miqdarı on dəfələrlə fərqlənə bilər [7].

Bizim təcrübə sahəsi kimi seçdiyimiz ərazi boz-qonur torpaq tipinə aid olmaqla, qumsal (yüngül gillicə) tərkibə malikdir. Torpağın üst qatı neytral pH, aşağı qatı isə zəif qələvi xassəlidir. Üst münbit humus qatında (0-20 sm) humusluluq 1-2 % təşkil edir. Şoranlıq dərəcəsi yüksək olan ərazi torpaqlarında sulfatlı, xloridli natrium duzları üstünlük təşkil edir. Ümumi karbonatlıq 9-30, kalsium karbonat isə 5-15 % təşkil edir. $\text{Ca}/\text{Mg} = \text{S}$, udulmuş kationların miqdarı 20-25 mq x ekv., udulmuş natriumun miqdarı isə 10-15 % həddindədir.

Sadalanan formada geokimyəvi xüsusiyyətlərə malik torpaq sahəsində ^{40}K , ^{226}Ra və ^{232}Th izotoplarının ərazidə yetişən bitkilərdə toplanma əmsallarının təyininə dair aldığımız nəticələr cədvəl 1-də öz əksini tapmışdır. Nəticələrdən aydın olur ki, torpağın bitkilərin kök sistemlərinin yerləşdiyi təbəqəsində radionuklidlərin miqdarı geniş intervalda (50-50000 Bk/κq) dəyişir. Bu formada dəyişmə təcrübə sahəsində müxtəlif izotopların qeyri-bərabər paylandığını göstərir. Digər tədqiqatçıların işlərində qeyd olunduğu kimi, bizim təcrübələrimizdən də aydın görünür ki, torpaqda çox miqdarda olan izotopun bitkidə miqdarı da çox olur.

Toplanma əmsallarına gəldikdə isə fərqli mənzərənin şahidi oluruq. Qeyd edək ki, bu parametr, həmçinin verilmiş mərhələ üçün radionuklidlərin bitkilərə keçmə intensivliyini xarakterizə edən «bioloji udulma əmsalı»-na ekvivalent olur.

Bu zaman ^{40}K izotopunun torpaqda miqdarının ən az olmasına baxmayaraq, onların bütün bitkilərdə toplanma əmsalları ən yüksəkdir.

Analoji hal ^{226}Ra və ^{232}Th izotopları üçün də alınıb.

Cədvəl 1

Radionuklidlərin vegetasiya dövrünün son mərhələsində bitkilərdə toplanma əmsalları

Bitkinin növü	Bitkinin götürüldüyü yerdə (torpaqda) radionuklidlərin miqdarı (Bk/κq)			Radionuklidlərin bitkilərdə toplanma əmsalları - K_t		
	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th
Dəvətikanı				0.60	0.10	0.05
Qoşayarpaq	120-1300	70-50000	30-500	3.39	0.12	0.00
Turneforsiya				7.50	0.28	0.13
Cığ				4.72	0.69	0.29

Aldığımız nəticələr «təbii radionuklidlərin torpaqda konsentrasiyası çox olduqca, bioloji udulma əmsalları kiçilir» fikrini söyləməyə əsas verir. Qeyd edək ki, adı çəkilən kəmiyyətlər arasında mövcud olan əks əlaqə digər işlərdə də [1] öz əksini tapmışdır.

Belə çıxır ki, bitkilər radionuklidləri müəyyən bir limit qiymətinə qədər toplaya bilir. Başqa sözlə desək, hesab etmək olar ki, bitkilərdə təbii radionuklidlərə qarşı müəyyən bioloji baryer mövcuddur.

Aldığımız nəticələrdə diqqəti cəlb edən başqa bir fakt ondan ibarətdir ki, həm müxtəlif bitkilərin eyni bir izotopa həssaslığı, həm də eyni bitkinin müxtəlif izotoplara həssaslığı əhəmiyyətli dərəcədə fərqli olur. Belə çıxır ki, eyni bir torpaq-iqlim şəraitində müxtəlif bitkilərin radionuklidləri bioloji udma qabiliyyəti bitkinin növündən başqa, həm də radionuklidin xassəsindən asılı olur.

Cədvəlin təhlilindən aydın olur ki, ^{40}K izotopunun bioloji toplanma əmsalları bütün bitkilər üçün yüksək, ^{232}Th izotopunun bioloji toplanma əmsalları isə bütün bitkilər üçün kiçikdir. Konkret olaraq, turneforsiya bitkisi ^{40}K üçün çox yüksək, dəvətikanı isə ən aşağı həssaslıq göstərir. Cığ bitkisi isə həm ^{226}Ra , həm də ^{232}Th izotoplarına yüksək həssaslıq göstərdiyi halda, qoşayarpaq və dəvətikanı ^{232}Th izotopunu, demək olar ki, qəbul etmir.

Müxtəlif müəlliflər tərəfindən aparılmış tədqiqat işlərinin təhlili də radionuklidlərin bitkilər tərəfindən mənimsənilməsinin onların torpaqda miqdarından asılı olduğunu göstərir [8].

Son illər radionuklidlərin, həmçinin bitkinin müxtəlif orqanlar və toxumaları üzrə paylanması öyrənilməsinə xüsusi əhəmiyyət verilir. Müxtəlif üsullarla müəyyən edilmişdir ki, ağır metalların toxuma və hüceyrə səviyyəsində paylanmasında böyük fərqlər mövcuddur [9].

Metal ionlarının paylanmasındakı bu fərqləri onların hüceyrə səviyyəsində plazmalemmanın, toxuma səviyyəsində isə endodermanın yaratdığı fizioloji maneələri (baryerləri) müxtəlif cürə keçə bilməsi ilə izah etmək olar.

Metalların kökün toxumaları üzrə nəqli mexanizmlərinin müxtəlifliyi, həmçinin də müxtəlif növ bitkilərin morfo-funksional xüsusiyyətləri, metalların bitkilərin orqanları üzrə qeyri-bərabər paylanmasına səbəb olur [10]. Qeyd edək ki, bu növ bitkilərdə metalların bitkinin yerüstü orqanlarına keçməsinə maneçilik törədən amillər hələ də tam aydınlaşdırılmayıb.

Biz də, problemin ciddiliyini nəzərə alaraq, radionuklidlərin ayrı-ayrı bitkilərin müxtəlif orqanlarında toplanmasını tədqiq etmişik. Ərazini çirkləndirən radionuklidlərin tədqiq etdiyimiz bitkilərin müxtəlif orqanlarında toplanma əmsallarına aid aldığımız nəticələr cədvəl 2-də göstərilmişdir.

Cədvəldən ilk baxışda radionuklidlərin bitkilərin müxtəlif orqanlarında toplanmasında müəyyən bir qanunauyğunluğun olmadığı görünür. Dəvətikanı ^{40}K izotopunu gövdəsində, ^{226}Ra izotopunu isə kökündə daha çox toplaya bilir. Təxminən buna oxşar mənzərə cığ bitkisinə də aiddir.

Turneforsiya üçün tamamilə fərqli mənzərə müşahidə olunur. Bu bitkidə ^{40}K üçün toplanma əmsalı kökdə gövdəyə nisbətən, yarpaqda isə kökə nisbətən yüksəkdir. Maraqlıdır ki, turneforsiya bitkisinin yarpaqlarında ^{232}Th izotopunun toplanma əmsalı da nəzərəcarpacaq dərəcədə yüksəkdir.

Artıq qeyd etdiyimiz kimi, bir qrup tədqiqatçıların otvarı bitkilərini radionuklidləri toplamaq qabiliyyətinə görə sistemləşdirmək cəhdləri heç də sevindirici nəticələr əldə etməyə imkan verməmişdir [2]. Bu zaman bitkilərin radionuklidləri toplamaq qabiliyyəti çoxlu sayda amillərdən (məsələn, radionuklidin növündən, qlobal çöküntünün xüsusiyyətindən, torpağın xassələrindən və s.) asılı olmuşdur. Buna görə də, bu günədək bitkinin növ mənsubiyyəti ilə radionuklid toplamaq qabiliyyəti arasında birqiymətli əlaqə tapmaq mümkün olmamışdır. Bununla yanaşı, vegetasiya dövrü ərzində radionuklidlərin toplanmasında və çoxillik proses nəticəsində onların dinamikasında müəyyən fərqlər aşkar edilsə də, bu sahədə hansısa bir qanunauyğunluq tapmaq da mümkün olmamışdır.

Bütövlükdə bitkilərin radionuklidləri toplamaq qabiliyyətinə görə sistemləşdirilməsi həm nəzəri, həm də praktiki əhəmiyyətə malikdir.

Biz də həmçinin, tədqiq etdiyimiz müxtəlif fəsilədən olan bitkilərin radionuklid toplamaq qabiliyyəti ilə onların mənsub olduğu fəsilə arasında müəyyən bir asılılıq tapmağa cəhd etmişik. Aldığımız nəticələrin öz əksini tapdığı cədvəl 1 və cədvəl 2-dən göründüyü kimi, müxtəlif fəsilədən olan bitkilərin radionuklid toplamaq qabiliyyəti də müxtəlifdir. Məsələn, ^{40}K izotopu üçün kiçik toplanma əmsalı Paxlalılar fəsiləsindən olan dəvətikanı, böyük toplanma əmsalı isə Sümürgənçiçəklilər fəsilə-

sindən olan turneforsiyaya məxsusdur. ^{229}Ra izotopuna gəldikdə, kiçik toplanma əmsalını yenə Paxlalılar fəsiləsinə aid olan bitki, böyük toplanma əmsalını isə bu halda Cil fəsiləsinə aid olan cığ bitkisi göstərir. Cədvəllərdən görüldüyü kimi, ^{232}Th izotopunun toplanmasının bitkilərin fəsilə növündən kəskin asılılığı mövcud deyildir. Bu zaman tədqiq olunan bitkilər üçün bioloji udulma əmsalları çox dar intervalda (0.05-0.29) dəyişir. Həmçinin də, ^{232}Th izotopunun bitkilər tərəfindən udulma intensivliyi ^{40}K və ^{226}Ra izotopları ilə müqayisədə çox aşağıdır.

Cədvəl 2

Radionuklidlərin bitkilərin ayrı-ayrı orqanlarında toplanma əmsalları

Bitkinin növü (orqanı)	Bitkinin götürüldüyü yerdə (torpaqda) radionuklidlərin miqdarı (Bk/kq)			Radionuklidlərin bitkilərin ayrı-ayrı orqanlarında toplanma əmsalları - K_t		
	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th
Dəvətikanı	Kök			0.12	0.09	0.00
	Gövdə			0.47	0.01	0.05
Qoşayarpaq	Kök			1.10	0.07	0.00
	Gövdə			2.25	0.05	0.00
	Yarpaq	120-1300	70-50000	0.04	0.00	0.00
Turneforsiya	Kök		30-4500	2.43	0.05	0.00
	Gövdə			1.78	0.03	0.00
	Yarpaq			3.28	0.20	0.13
Cığ	Kök			0.79	0.69	0.22
	Gövdə			3.93	0.00	0.07

Qeyd edək ki, bu fakt bəzi tədqiqatçıların işlərində də öz təsdiqini tapmışdır [1].

^{232}Th izotopu da, digər izotoplar kimi, müxtəlif fəsilədən olan bitkilər tərəfindən müxtəlif cür mənimsənilir. Bunun ən yüksək udulma əmsalı cığ bitkisinə məxsusdur.

Aldığımız nəticələrin təhlili, həmçinin göstərir ki, ^{226}Ra və ^{40}K izotoplarının bitkilərə keçmə əmsalları bütün fəsilədən olan bitkilər üçün radionuklidlərin torpaqda miqdarı artdıqca artırsa, ^{232}Th üçün bu formada asılılıq mövcud deyil.

Eyni bir ərazidə bitən qoşayarpaq və cığ bitkiləri üçün ^{40}K izotoplarının bitkilərə keçmə əmsalları təxminən eyni olduğu halda, ^{226}Ra izotopu üçün bu əmsal adı çəkilən bitkilər üçün təxminən 5 dəfə fərqli olur.

İndi də radionuklidlərin bitkilərdə toplanma əmsalının vegetasiya dövrünün mərhələlərindən asılı olub-olmaması üzərində dayanaq. Əv-

vəlcə qeyd edək ki, bitkilərdə radionuklidlərin konsentrasiyasının vegetasiya müddəti ərzində qeyri-stabil olmasına aid məlumatlar məlumdur [11].

Bu istiqamətdə aparılan tədqiqat işləri süni radionuklidlərə, əsasən də Çernobil radionuklidi olan sezium-137 izotopuna həsr olunub. Fəsil-dən asılı olaraq təbii radionuklidlərin bitkilərdə toplanmasına aid, demək olar ki, tədqiqat işləri aparılmayıb.

Tədqiq etdiyimiz bitkilərdə ^{40}K , ^{232}Th və ^{226}Ra kimi təbii radionuklidlərin fəsil-dən asılı olaraq toplanmasına aid göstəricilər cədvəl 3-də göstərilmişdir. Qeyd edək ki, toplanma əmsalları bitkilərin vegetasiya dövrünün bioloji kütlə toplanması intensivliyinin yüksək və alçaq olduğu iyun və oktyabr ayına uyğun nəticələrin əsasında müəyyənləşdirilmişdir.

Cədvəlin təhlili toplanma əmsallarında fəsil-dən asılı fərqlərin olduğunu göstərir. Ən çox diqqəti cəlb edən fakt payızda ^{40}K izotopuna uyğun toplanma əmsalının bitkilərin hamısında çox olmasıdır. Daha dəqiq desək, biokütlə toplanması prosesinin, demək olar ki, dayandığı oktyabr ayında bu izotopun toplanma əmsalı 2 dəfə artır. Çox yəqin ki, bunun səbəbi ilk növbədə torpaq məhlulunda ^{40}K izotopunun miqdarının azalmasıdır.

Maraqlıdır ki, bitkilərin inkişafının son mərhələsində ^{226}Ra izotopu, ^{40}K – dan fərqli olaraq, artmaq əvəzinə, cüzi də olsa, azalır.

Cədvəl 3

Radionuklidlərin vegetasiya dövrünün müxtəlif mərhələlərində bitkilərdə toplanma əmsalları

Bitkinin növü	Radionuklidlərin bitkilərdə toplanma əmsalları					
	İlkin mərhələ			Son mərhələ		
	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th
Dəvətikanı	0.6	0.10	0.05	1.00	0.01	0.04
Qoşayarpaq	3.39	0.12	0.00	5.13	0.02	0.00
Turneforsiya	7.50	0.28	0.13	10.32	0.09	0.00
Cığ	4.72	0.68	0.29	7.01	0.15	0.23

Hesab etmək olar ki, bunun səbəbi ^{226}Ra izotopunun torpağın nəmliyinin az olduğu oktyabr ayında mübadilə oluna bilən formadan daha çox fiksə olunmuş formaya keçməsilə əlaqədardır. Məlum olduğu kimi, müxtəlif minerallarla fiksə olunmuş formada olan metalların bitkilərə keçməsi çətinləşir ki, bu da, bitkilərdə toplanma əmsalını azaldır [12].

Toriumun miqdarında isə fəsil-dən asılı olaraq nəzərəcarpacaq dəyişmələr qeydə alınmamışdır. Belə çıxır ki, bu izotopun özünün bitkilərdə toplanmağa meylliliyi azdır.

Tədqiqat işlərimizin nəticələrindən təbii radionuklidlərin müxtəlif növ bitkilərdə mövsümi toplanmasında elə bir qanunauyğunluq aşkar etmək mümkün olmamışdır.

Qeyd edək ki, Şeqlov və Svetnova çoxillik ağac bitkiləri üçün bu cür cəhdlər etmişlər və müəyyən edə bilmişlər ki, ^{137}Cs və ^{90}Sr radionuklidlərinin ağac bitkilərində konsentrasiyasının mövsümi dəyişmələri ilə müqayisədə formaca sadə, izin xarakterinə görə isə əksdir [13]. ^{137}Cs

izotopunun yazdan payıza qədər mövsüm dinamikasında bir istiqamətli azalma, ^{90}Sr izotopunda isə həmin müddət ərzində artma izi aşkar edilmişdir. Müəlliflərin çoxillik müşahidələri ^{137}Cs izotopunun miqdarının avtomorf landşaft bitkilərdə ilbəl azaldığını, hidromorf və yarımhidromorf şəraitlərdə isə artdığını göstərmişdir. Bu zaman ^{90}Sr üçün isə bitkilərdə kumulyativ xarakterli toplanma müşahidə olunmuşdur ki, bu da, müəlliflərin fikrincə, həmin izotopun kumulyativ toplanma xarakterli olması ilə əlaqədardır.

Belə çıxır ki, radionuklidlərin müxtəlif bitkilərdə miqdarının həm mövsümi, həm də çoxillik dəyişmə dinamikası çoxlu faktorlardan asılı olan bir prosesdir. Bu, ilk növbədə radionuklidlərin kimyəvi təbiəti, landşaft şəraiti, bitkilər üçün mənimsəniləbilən formanın əmələgəlmə kinetikasından, bitkilərin kök sistemlərinin yerləşdiyi torpaq layında radionuklidlərin mübadiləolunabilməyən formada fiksə olunmasından və s. asılı olur. Ona görə də, bu sahədə müəyyən bir qanunauyğunluğun tapılması və proseslərə uyğun riyazi modellərin qurulması üçün, sadalanan amillər nəzərə alınmaqla, eksperimentlər identik torpaq-iqlim şəraitində aparılmalıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Носкова Л.М., Шуктомова И.И., Рачкова Н.Г. Миграция естественных радионуклидов в системе почва-растение на территории бывшего радиевого промысла / Тезисы докладов междунар. конферен. «Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды», Сыктывкар: 28 феврал-3 марта 2006 г. с.25
2. Цветнова О.Б., Щеглов А.И. Радионуклиды в травяно-кустарничковом ярусе лесных биогеоценозов // Радиационная биология. Радиэкология, том 39, №4, 1999, с. 462-467.
3. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in temperate environment. IAEA Tech. Report Ser. №364. Vienna, 1994, 74 p.
4. Серегин И.В., Кожевникова А.Д. Транспорт, распределение и токсическое действие стронция на рост проростков кукурузы // Физиология растений, т. 51, №2, 2004, с. 241-248.
5. Шершунова В.И., Попова О.Н., Кочан И.Г. Особенности выноса растениями из почвы ^{238}U и ^{226}Ra в зависимости от содержания радионуклидов в почве // Радиация как экологический фактор при антропогенном загрязнении. Сыктывкар; 1984, с. 37-43. (тр. Коми филиала АН СССР, №67).
6. Rauret G., Alexakhin R.M., Kruglov S.V. et al. The radiological consequences of the Chernobyl accident. Eds A. Karaoglou et al. N.Y.: Elsevier App. Sci., 1996, p. 81-96.
7. Юдинцева Е.В., Гулякин И.В. Агрехимия радиоактивных изотопов стронция и цезия. М.: Атомиздат, 1968, 472 с.
8. Коноплева И.В., Клемент Е., Цибольд Г., Коноплев А.В. Динамика накопления в растениях и оценка биологической доступности ^{137}Cs в почвах предальпийских лесов германии / Тезисы докладов V съезда по радиационным исследованиям (радиобиология, радиэкология, радиационная безопасность), М.: 10-14 апреля 2006 г., том 2, с. 111.
9. Theiss H. B. Localisation of Lead in Seedlings of *Lepidium sativum* // Sci. Tech. Inform., 1990, v. 9, p. 246-252.
10. Phytoremediation of Toxic Metals Using Plants to Clean Up the Environment. Ed: Raskin I., Ensley B. et al.: J. Wiley and Sons, 2000, 304 p.
11. Тимофеев С.Ф., Новик А.А., Пяткова Г.Г. и др. Радиэкологические и экономико-правовые аспекты землепользования после аварии на ЧАЭС. Ч. 2, Киев: 1991, с. 193-196.

12. Агапкина Г.И. Органические формы соединений искусственных радионуклидов в почвенных растворах природных биогеоценозов // Радиационная биология. Радиоэкология, т. 42, №4, 2002, с. 404-411.
13. Щеглов А.И., Цветнова О.Б. Основные закономерности сезонной и многолетней динамики накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в древесине // Радиационная биология. Радиоэкология, т. 44, №1, 2004, с. 113-117.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕХОДА РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТЕНИЯ, ПРОИЗРАСТАЮЩИЕ В ЗАГРЯЗНЕННОМ УЧАСТКЕ

Дж.Р.ОРУДЖЕВА, Э.С.ДЖАФАРОВ

РЕЗЮМЕ

Были определены коэффициенты распределения природных радионуклидов K^{40} , Th^{232} , Ra^{226} в растениях верблюжьей колючки, Парнолистника, Ситника и Аргусии сибирской, произрастающих в зоне Романинского йодового завода, и в их разных органах. Было показано, что эти коэффициенты, которые изменяются в зависимости от фазы развития растений, зависят как от вида растений, так и рода радионуклида.

DETERMINATION OF RADIONUCLIDES DISTRIBUTION COEFFICIENT PLANTS GROWING IN THE POLLUTED AREAS

J.R.ORUJOVA, E.S.DZHAFAROV

SUMMARY

Coefficient of natural radionuclides distribution ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra in plants *Alhagi pseudalhagi* (Bieb), *Zygophyllum* L., *Juncus acutus* L., *Argusia sibirica* L. and in their different organs was determined which generated in the area of Ramana Iodine plant. It was revealed that these coefficients being changed depending on plant development phase depend on plants form as radionuclides types.