«8D05301 – Химия»
білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (Ph.D.)
дәрежесіне ізденіс

НУРСАПИНА НҮРГҮЛ АРМАНҚЫЗЫ

Табиғи радионуклидтер тыңайтқыштармен топыраққа және тамыр дақылдарына түсуі және олардың «топырақ-өсімдік» жүйесінде таралуы

АҢДАТПА

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Диссертациялық жұмыс сәбіз (D. carota) және шалғам (R. sativus) өсіру кезінде әртүрлі тыңайтқыштардың табиғи радионуклидтердің «топырақ–өсімдік» жүйесіндегі таралуына әсерін зерттеуге арналған. Зерттеу барысында радионуклидтердің белсенділік концентрациясы тыңайтқыштарда, топырақта және өсімдіктерде анықталды, олардың топырақтағы геохимиялық фракциялар бойынша таралуы мен қайта бөлінуі бағаланды. Радионуклидтердің топырақтан өсімдіктерге өту коэффициенттері мен изотоптық қатынастары (U-234/U-238, Ra-226/U-234, Ra-226/U-238, Th-230/U-238) есептелді.

Зерттеудің өзектілігі. Халық санының өсуі азық-түлікке деген сұранысты арттырып, ауыл шаруашылығын интенсивтендіруге және тыңайтқыштарды кеңінен қолдануға алып келеді. Алайда тыңайтқыштарды пайдалану топырақтағы радионуклидтердің геохимиялық формаларын өзгертіп, олардың миграциялық қабілетін және биожетімділігін арттыруы мүмкін. Табиғи радионуклидтердің биогеохимиялық қасиеттері олардың өсімдіктердің жеуге жарамды бөліктерінде жиналуына ықпал етіп, азық-түлік тізбегі арқылы адам ағзасына түсу қаупін туғызады, бұл өз кезегінде кешенді бағалауды талап етеді.

Табиғи радионуклидтердің «топырақ–өсімдік» жүйесіндегі мінез-құлқын түсіну экологиялық тәуекелдерді бағалау және халықтың сәулелік әсерін азайту тұрғысынан аса маңызды. Олардың өсімдіктерге өтуінің интенсивтілігі дақыл түріне, топырақтың қасиеттеріне және климаттық жағдайларға байланысты өзгеріп отырады, сондықтан бұл көрсеткіштерді өңірлік деңгейде бағалау қажет. Сонымен қатар топырақтың физика-химиялық қасиеттеріне әсер ете отырып, радионуклидтердің биожетімділігіне ықпал ететін тыңайтқыштардың рөлі көп жағдайда ескерілмейді.

Осыған байланысты, тыңайтқыштардың табиғи радионуклидтердің топырақтан көкөніс дақылдарына өтуіне әсерін зерттеуге бағытталған кешенді зерттеу өткізу өзекті және қажетті мәселе болып табылады, себебі бұл бағытта бұрын-соңды зерттеулер іс жүзінде жүргізілмеген.

Зерттеудің мақсаты – әртүрлі тыңайтқыш түрлерін қолданудың *D.carota* және *R.sativus* тамыржемістерінде табиғи радионуклидтердің жинақталуына әсерін анықтау болып табылады.

Зерттеу міндеттері:

- Қазақстан ауыл шаруашылығында кеңінен қолданылатын тыңайтқыш түрлерін таңдап алып, вегетациялық эксперимент жүргізуге пайдалану;
- Әртүрлі тыңайтқыш түрлерімен байытылған топырақта *D. carota* және *R. sativus* дақылдарын өсіру бойынша вегетациялық эксперимент жүргізу;
- Тыңайтқыштарда, топырақта және *D. carota* мен *R. sativus* өсімдіктерінің вегетативтік органдарында уран және торий қатарындағы табиғи радионуклидтердің белсенділік концентрацияларын анықтау;
- Әртүрлі тыңайтқыштарды қолдану жағдайында табиғи радионуклидтердің топырақтан *D. carota* және *R. sativus* тамыржемістеріне өту коэффициентін бағалау;
- Қазақстан нарығында ұсынылған тыңайтқыштардың топырақтағы табиғи радионуклидтердің геохимиялық фракциялар бойынша таралуына әсерін бағалау;
- Зерттелген үлгілерде табиғи радионуклидтердің изотоптық қатынасына тыңайтқыштардың әсерін бағалау.

Зерттеу нысандары. Тыңайтқыштар, топырақ және *D. carota* мен *R. sativus* өсімдіктерінің вегетативтік органдары.

Зерттеу пәні. Әртүрлі тыңайтқыш түрлерін қолданудың келесі көрсеткіштерге әсері: табиғи радионуклидтердің топырақтағы геохимиялық фракциялар бойынша таралуы; табиғи радионуклидтердің топырақтан *D. carota* және *R. sativus* тамыржемістеріне өту коэффициенті; «топырақ–өсімдік» жүйесіндегі табиғи радионуклидтердің изотоптық қатынасы.

Зерттеу әдістері. Осы диссертациялық жұмысты орындау барысында келесі талдау әдістері қолданылды:

1. альфа-спектрометриялық талдау PIPS жартылайөткізгіш детекторларымен жабдықталған Alpha Analyst (Canberra, АҚШ) альфа-спектрометрін пайдалану;
2. k_0 – аспаптық нейтрондық-активациялық талдау (TRIGA MARK II ядролық реакторында жүргізіліп, кейіннен дәл калибрленген коаксиалды HPGe детекторында гамма-спектрометриялық өлшеулер жүргізілді);
3. Синхронды термиялық талдау (TGA/DSC).

Зерттеудің ғылыми жаңалығы. Зерттеудің ғылыми жаңалығы әртүрлі тыңайтқыштарды қолдану жағдайында табиғи радионуклидтердің топыраққа және көкөніс дақылдарына түсу процестерін, сондай-ақ олардың «топырақ–өсімдік» жүйесіндегі таралу ерекшеліктерін кешенді түрде зерттеуде көрініс табады. Қазақстан нарығында ұсынылған тоғыз түрлі тыңайтқыштың Алматы және Түркістан облыстарының топырақтарындағы табиғи радионуклидтердің ұтқырлығы мен биожетімділігіне әсері алғаш рет зерттелді. Радионуклидтердің көкөніс дақылдарының тамыржемістеріне биожетімділігі әртүрлі тыңайтқыш түрлерімен байытылған топырақтан радионуклидтерді селективті экстракциялау әдісі арқылы бағаланды. Зерттеу барысында радионуклидтердің ұтқырлығы мен биожетімділігіне әсер ететін тыңайтқыштар анықталды. Зерттеу нәтижелері көкөніс дақылдарын әртүрлі

радионуклидтік фонға ие аумақтарда өсіру кезінде тыңайтқыштарды ғылыми негізделген түрде таңдауға, сондай-ақ радиациялық қауіптерді төмендетуге бағытталған өңірлік ұсынымдар әзірлеуге пайдаланылуы мүмкін.

Алынған нәтижелердің ғылыми негізділігі мен сенімділігі. Алынған нәтижелердің ғылыми негізділігі мен сенімділігі стандартталған аналитикалық әдістерді қолдану, деректерді тиісті статистикалық өңдеу, сондай-ақ сапаны бақылау мақсатында стандартты үлгіні пайдалану арқылы қамтамасыз етілді.

Диссертациялық жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері табиғи радионуклидтердің «топырақ–өсімдік» жүйесіндегі тәртібі туралы ғылыми түсініктерді кеңейтеді және тыңайтқыштардың әсерінен олардың ұтқырлығы мен биожетімділігіне қатысты ғылыми білімді қалыптастыруға елеулі үлес қосады. Зерттеу нәтижелері табиғи радионуклидтердің мөлшері жоғары аймақтарда тыңайтқыштарды қолдануды реттейтін нормативтік құжаттарды әзірлеу кезінде, сондай-ақ практикалық қызметте пайдаланылуы мүмкін.

Қорғауға ұсынылатын негізгі нүктелері:

1. U-234, U-238, Th-230, Th-232 және Ra-226 табиғи радионуклидтерінің зерттелген тыңайтқыш үлгілеріндегі жиынтық белсенділік концентрациясы — монокалийфосфатта, аммиак селитрасында, суперфосфатта, қос суперфосфатта, фосфор тыңайтқышында, органоминералды қоспада, NPK тыңайтқышы, микротыңайтқышта және шымтезек тыңайтқышында — Еуразиялық экономикалық одақтың «Минералды тыңайтқыштарға қойылатын талаптар туралы» техникалық регламентінде белгіленген 1000 Бк/кг шекті мәнінен аспайды;
2. Алматы облысы, Бәйтерек ауылынан алынған топырақ үлгілеріне монокалийфосфат енгізу уранның геохимиялық тұрғыдан жылжымалы пішіндерінің үлесін арттырады, бұл *R. sativus* өсімдігінің жеуге жарамды бөлігінде уранның жинақталуының артуына әкеледі;
3. Түркістан облысы, Қыземшек ауылынан алынған топыраққа қос суперфосфат енгізу *D. carota* өсімдігінің тамыр тақылында уран изотоптары (U-234, U-238) мен Ra-226 радионуклидтерінің тасымалдануын және жинақталуын айтарлықтай арттырады;

Зерттеудің негізгі нәтижелері:

1. Зерттелген тыңайтқыштардағы табиғи радионуклидтердің жиынтық белсенділік концентрациясы салыстырмалы түрде төмен және Еуразиялық экономикалық одақтың «Минералды тыңайтқыштарға қойылатын талаптар туралы» техникалық регламентіне сәйкес 1000 Бк/кг шекті мәнінен аспайды. U-234, U-238, Th-230 және Ra-226 үшін ең жоғары белсенділік концентрациясы фосфор тыңайтқышында анықталып, сәйкесінше 146±11, 148±13, 238±15 және 169±4 Бк/кг-ды құрады. Th-232 ең жоғары мөлшері қос суперфосфатта тіркеліп, 42±5 Бк/кг-ды құрады;
2. Табиғи радионуклидтердің белсенділік концентрациясының ең жоғары мәндері Түркістан облысы, Қыземшек ауылынан алынған топырақта

өсірілген *D. carota* тамыржемісінде анықталды. Белсенділік концентрациясы: U-234 — 56 Бк/кг, U-238 — 55 Бк/кг, Th-230 — 77 Бк/кг, Th-232 — 6,5 Бк/кг және Ra-226 — 79 Бк/кг құрады;

3. Монокалийфосфат қолдану нәтижесінде Алматы облысы, Бәйтерек ауылынан алынған топырақта дақылданған *R. sativus* тамыржемісіне U-234, U-238 және Th-230 изотоптарының топырақтан өсімдікке тасымалдау коэффициенттері артты, бұл радионуклидтердің өсімдіктермен сіңірілуіне қолжетімділігінің артқанын көрсетеді;
4. Қос суперфосфат енгізу нәтижесінде Түркістан облысы, Қыземшек ауылынан алынған топырақта дақылданған *D. carota* тамыржемісіне U-234, U-238, Th-230, Th-232 және Ra-226 радионуклидтерінің топырақтан өсімдікке тасымалдау коэффициенттері артты. U-234, U-238 және Ra-226 үшін тасымалдау коэффициенттері бірден жоғары мән көрсетті, бұл олардың айтарлықтай биожетімділігін және осы тыңайтқыш түрін енгізу кезінде өсімдіктің жеуге жарамды бөлігіне белсенді өтуін білдіреді;
5. U-234/U-238 изотоптық қатынасы топырақта да, *D. carota* және *R. sativus* тамыржемістерінде де бірлікке жуық күйде қалды, бұл изотоптық тепе-теңдіктің сақталғанын көрсетеді және тыңайтқыштарды қолдану уран изотоптарының «топырақ–өсімдік» жүйесіндегі фракциялануына елеулі әсер етпейтінін дәлелдейді.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми және мемлекеттік бағдарламалармен байланысы. Диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің «Минералды тыңайтқыштарды пайдаланудың радионуклидтер мен ауыр металдардың тамыржемістілерде жинақталуына әсері» тақырыбындағы ғылыми жобасы аясында орындалды (грант № AP08052224, 2020–2022 жж.).

Автордың зерттеу жұмысына қосқан үлесі. Автордың жеке үлесі ғылыми әдебиеттерге талдау жүргізу, вегетациялық экспериментті орындау, талдауға арналған сынамаларды дайындау, зерттелген үлгілерде табиғи радионуклидтердің изотоптарын бір мезгілде анықтау үшін радиохимиялық бөлуді жүргізу және алынған нәтижелерді Alpha Analyst альфа-спектрометрінде (Canberra, АҚШ) өлшеу, сондай-ақ нәтижелерді өңдеу және интерпретациялаудан тұрады.

Практикалық нәтижелерді ұсыну. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері келесі халықаралық ғылыми конференцияларда ұсынылып, талқыланды: Халықаралық Беремжанов конференциясы (Алматы, Қазақстан, 2019 және 2021 жж.); «Қазіргі ғылымның инновациялық дамуы мен әлеуеті» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференция (Прага, Чехия, 2020 ж.); «XII Тоғайғыров оқулары» халықаралық конференциясы (Павлодар, Қазақстан, 2020 ж.); АӨК, соның ішінде ветеринарияға арналған халықаралық ғылыми-практикалық конференция (Белгород, Ресей, 2020 ж.); k_0 әдісін пайдаланушыларға арналған 8-ші халықаралық семинар (6–10 маусым 2022 ж., Любляна, Словения).

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбы бойынша негізгі нәтижелер 11 жарияланымда көрініс тапқан, оның ішінде:

- Web of Science деректер базасы бойынша импакт-факторы нөлден жоғары (IF=1.9, Q3, SJR 0.626) болатын халықаралық рецензияланатын журналда жарияланған 1 мақала (N.A. Nursapina, B.A. Shynybek, I.V. Matveyeva, Sh.N. Nazarkulova, M. Strok , L. Benedik, O.I. Ponomarenko. Effect of mineral fertilisers application on the transfer of natural radionuclides from soil to radish (Raphanus sativus L.) // Journal of Environmental Radioactivity 247 (2022) 106863 https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2022.106863 - эксперименттерді жүргізу, нәтижелерді өңдеу, мақала мәтінінің бастапқы нұсқасын жазу, авторлармен бірлесе отырып өңдеу);
- Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігіне қарасты Білім және ғылым сапасын қамтамасыз ету комитеті ұсынған ғылыми басылымдарда жарық көрген 3 мақала (1. R. Jaćimović1, B.A. Shynybek, I.V. Matveyeva, Sh.N. Nazarkulova, N.A. Nursapina, O.I. Ponomarenko. Assessment of minor and trace elements in mineral fertilizers purchased in Almaty city, Kazakhstan, using k0-INAA // International Journal of Biology and Chemistry 13, No 2, 130 (2020) https://doi.org/10.26577/ijbch.2020.v13.i2.15 – сынамаларды даярлау, мақала мәтінінің бастапқы нұсқасын жазуға қатысу, авторлармен бірлесе отырып өңдеу және рецензенттердің ескертулеріне жауаптарды дайындау; 2. Нурсапина Н.А., Матвеева И.В., Яровая Е.Ю., Злобина Е.В., Шыныбек Б.А., Бақытқан Б., Назаркулова Ш.Н., Пономаренко О.И. Влияние применения удобрений на подвижность металлов // Химический журнал Казахстана 2, 78(2022), 48-58 https://doi.org/10.51580/2022-2/2710-1185.64 - Сынамаларды даярлау, нәтижелерді талдау, мақала мәтінінің бастапқы нұсқасын жазуға қатысу және авторлармен бірлесе отырып өңдеу; 3. N.A. Nursapina, I.V. Matveyeva, Sh.N. Nazarkulova, R. Jaćimović. Determination of impurities in fertilizers purchased in Almaty (Kazakhstan) // International Journal of Biology and Chemistry 17, No 1 (2024). https://doi.org/10.26577/IJBCh2024v17i1-a14 - сынамаларды даярлау, мақала мәтінінің бастапқы нұсқасын жазу, авторлармен бірлесе отырып өңдеу);
- Халықаралық конференцияларда жарияланған 6 баяндама тезисі (эксперименттер жүргізу, деректерді талдау, тезистің бастапқы нұсқасын жазу.);
- 1 монография (Влияние использования минеральных удобрений на накопительную способность радионуклидов и тяжелых металлов в корнеплодах: монография / И.В. Матвеева [и др.]. – Алматы: LEM, 2022. – 112 с. ISBN 978-601-239-698-0. – әдеби шолу жүргізу, эксперименттік бөлімді орындау, нәтижелерді талдау.).

Диссертацияның құрылымы. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, үш бөлімнен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 106 беттен тұрады, 40 сурет, 13 кесте және 176 библиографиялық дереккөз қамтылған.