

Az élelmiszer radioaktív szennyezettségi vizsgálatok és ezzel kapcsolatos kutatások 1975-ben

KOVÁCS JÓZSEF, LISZONYINÉ GACSÁLYI MÁRTA,
KISS BÉLA

Központi Élelmiszerellenőrző és Vegyvizsgáló Intézet, Budapest

NEDELKOVITS JÁNOS

Budapesti Műszaki Egyetem Biokémiai és Élelmiszertechnológiai Tanszék

Bevezetés

A Mezőgazdasági és Élelmiszerügyi Minisztérium Mérő és Adatszolgáltató Hálózata keretébe tartozó laboratóriumok az 1975. évben egyeztetett és jóváhagyott munkaterv szerint végezték ellenőrző vizsgálataikat. A különböző eredetű élelmiszeripari nyersanyagok radioaktív szennyezettségét vizsgáló Hálózat tevékenysége a korábbi rendszeres ellenőrzések és módszer fejlesztő feladatok mellett kiegészült Paks környéki vizsgálatokkal, valamint bővült a radioaktív elemekkel jelzett vegyületek alkalmazásával.

A nukleáris energia békés célokra való felhasználása világviszonylatban napjainkban fokozottabban előtérbe került, ami az egyes alkalmazó országokban – de közvetve hazánkban is – a környezet-szennyezettséget ellenőrző hálózati tevékenységére több vonatkozásban kihatott.

A feladatokkal összhangban az 1975. éves vizsgálati munkaterv a következő ellenőrzési kutatási területeket foglalta magában:

Rendszeres vizsgálatokat a környezet radioaktív szennyezettség meghatározásának és területi megoszlásának elemzésére.

Célvizsgálatokat – a hálózati laboratóriumok bevonásával – a radioaktív szennyezettség megállapítására legjobban megfelelő minták megválasztásával, a környezet-szennyezettség – és a telepítésre kerülő atomerőmű – háttér felmérésére és meghatározására legjobban megfelelő vonatkozási pontok kijelölésével.

Az élelmiszer szennyezők kémiai *elválasztási módszereinek tökéletesítését* és olyan speciális *biokémiai vizsgálatokat*, amelyek a biológiailag hatásos, kismennyiségű anyagok jelzett vegyületek formájában történő meghatározását teszik lehetővé. E vizsgálatok az Intézet toxikológiai vizsgálati programjának fejlesztése szempontjából is érdekesek pl. egyes élelmiszer szennyezők, élelmiszeripari adalékanyagok várható biológiai utóhatásának értékelése céljából.

Környezeti radioaktív szennyezettség vizsgálata

A közreműködők rendszeres és célvizsgálati feladataikat a korábbi évek mintavételi, mintaelőkészítési és mérési módszerek szerint látták el. Az aktivitás mérés hitelesítésének módja 1975. évben megváltozott. Ezt a változást lehetővé tette a műszerpark korszerűsödése, de szükséges volt a mesterséges radioaktivi-

A vizsgált radiológiai minták megoszlása 1975.

	Csont	Tej	Indiká- tor növény- ek	Takar- mány	Hal	Gyom- növény- ek	Egyéb	Ösz- zesen
<i>Tiszántúl</i>								
Békéscsaba	—	23	18	21	—	8	14	84
Debrecen	—	18	18	18	30	—	24	108
Miskolc	44	24	26	24	—	16	—	134
Nyíregyháza	—	24	18	41	—	—	96	179
<i>Duna-Tisza köze</i>								
Budapest	—	19	28	16	—	23	—	86
Kecskemét	—	45	24	36	—	—	44	149
Szeged	20	24	18	24	28	—	10	124
<i>Dunántúl</i>								
Győr	19	20	18	20	10	—	—	87
Kaposvár	25	24	18	24	20	—	—	111
Pécs	28	44	21	44	—	—	9	146
Székesfehérvár	—	31	18	32	39	—	—	120
Szombathely	—	24	18	28	—	18	26	114
Összesen	136	320	243	328	127	65	223	1442

2. táblázat

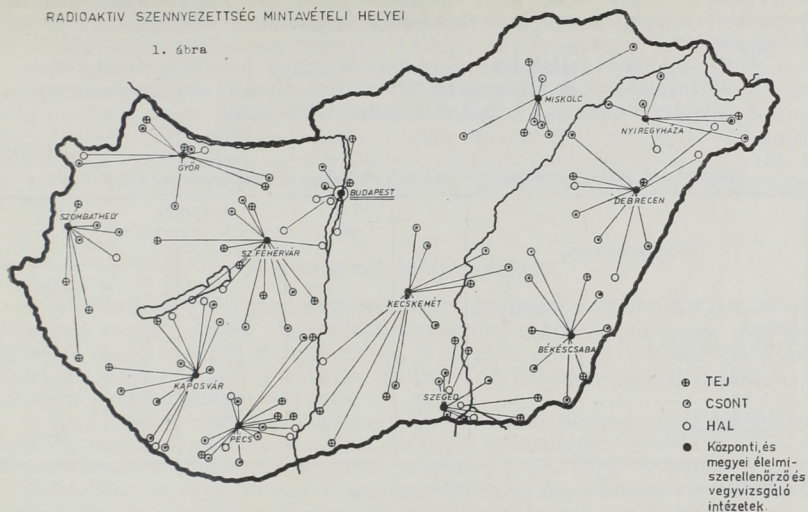
Élelmiszerek radioaktív szennyezettségének alakulása 1975. évben

Vizsgálati anyag	db	Aktivitás			
		Összes	K-40	Fémion	
					pCi/gCa
Tej (2)	320	129,9	118,2	2,0	15,9
Takarmány (1)	328	20,2	16,4	2,6	226,4
Paraj (1)					
tavaszi	41	63,8	57,1	2,6	176,2
őszi	37	59,1	54,5	2,3	154,6
Saláta (1)					
tavaszi	46	47,6	37,3	2,0	169,8
őszi	35	58,8	53,5	2,3	174,0
Sóska (1)					
tavaszi	47	39,7	37,3	1,6	168,3
őszi	37	45,2	41,4	2,0	188,9
Gyomnövények (1)	65	35,5	26,2	3,2	162,8
Csont (3)					
növédkmarha	141	4,9	—	2,5	16,8
juh	25	4,8	—	2,5	27,5
Hal (1)					
hús	57	11,3	9,8	0,2	45,0
csont	70	7,3	3,8	4,6	32,7
Baromfi (1)					
hús	26	7,2	6,5	0,2	246,5
csont	22	5,8	2,2	1,8	18,2
Dohány (1)	68	30,9	23,8	4,8	122,3

Az aktivitás vonatkozási alapja: (1) pCi/g szárazanyag
 (2) pCi/100 g tej
 (3) pCi/g csont

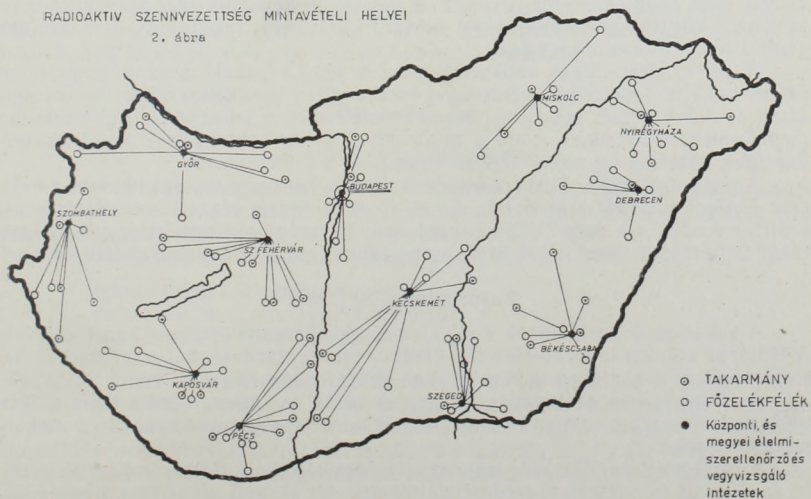
RADIOAKTIV SZENNYEZETTSÉG MINTAVÉTELI HELYEI

1. ábra



RADIOAKTIV SZENNYEZETTSÉG MINTAVÉTELI HELYEI

2. ábra



tás alacsony szintje miatt is. A radioaktív szennyezettség összetétele miatt a vizsgált termékek összes béta aktivitásának számítása K-40 etalonra vonatkoztatva történt.

A vizsgált minta-fajták számszerű megoszlását az 1. táblázat foglalja össze. A mintavétel helyek országos területi elosztását az 1. és 2. ábra mutatja. A mérési eredmények a 2. és 3. táblázatban találhatóak.

3. táblázat

Élelmiszerek radioaktív szennyezettségének alakulása Paks térségében 1975. évben

Vizsgálati anyag	Db	Aktivitás			
		Összes	K-40	Fémion	
					pCi/gCa
Tej (2)	68	126,7	110,6	2,2	19,4
Takarmány (1)	63	20,6	16,1	2,4	145,7
Paraj (1)	3	61,7	58,3	1,8	145,5
Saláta (1)	4	51,1	48,5	1,9	224,1
Sóska (1)	3	41,3	38,3	2,3	288,6
Zöldborsó (1)	5	7,1	6,3	0,3	23,0
Fűszerpaprika (1)	5	23,1	22,4	0,6	344,0

Az aktivitás vonatkozási alapja: (1) pCi/g szárazanyag
(2) pCi/100 g tej

Rendszeres vizsgálatok

Tejek vizsgálata

Az összes béta aktivitás és a természetes K-40 aktivitás között minden intézetnél összhang látható, ami a mesterséges szennyezettség csekély mértékére enged következtetni. Az azonos laboratóriumok különböző mintavételi helyei között nem állapítható meg eltérés. A mérési eredmények ingadozása az egyes intézetek között némi különbséget mutat, ami a helyi takarmányozási adottságokkal hozható összefüggésbe.

A tejek mesterséges radioaktivitása a fémionfrakció adatok alapján, az összes és kálium aktivitás mérésekkel összhangban igen kismértékű. Az országos átlag az előző évinél kevesebb, de ez az eltérés nem jellegzetes. Egyértelműen megállapítható azonban, hogy a nukleáris kísérleti robbantások késői kiszóródásának hatása a tej radioaktivitásában nem számottevő.

A fémionfrakció mérési eredmények viszonylag nagy szórása részben a módszer érzékenységből származik. Az előző évek során végzett módszerösszehasonlítás eredménye és az 1975. évi mérések egyaránt a vizsgálati módszer javítását és bővítését teszi indokoltá, ami a következő év feladatai között szerepel.

Takarmány vizsgálatok

A takarmány vizsgálatok a tej elemzésekkel szoros összhangban történtek. A Hálózat minden laboratóriuma a kiválasztott tejgazdaságból a tej minták beszerzésével azonos időben vett mintát az etetett takarmányból.

Az átlagok és azok ingadozása alapján mind az összes, mind a kálium aktivitás országosan egyenletes képet mutat és a mesterséges szennyezettség csekély mértékére utal.

A mesterséges radioaktív szennyezettséget képviselő fémionfrakció aktivitása az előző öt év vizsgálati eredményeitől nem tér el, ami azt jelenti, hogy a lég-

köri radioaktivitás kiszóródása egyensúlyt ért el. A fémion aktivitás éven belüli ingadozása nagyobb a mérési hibánál, ami helyi összetétel évszaktól való függésével lehet kapcsolatban, de okozhatja a takarmány kezelésének technológiája is.

A tej és takarmány együttes értékelése alapján az egységnyi kalciumra vonatkoztatott aktivitásból becsülhető a diszkriminációs faktor. A nem alkálifém ionokkal együtt felszívódó radioaktivitásnak közelítőleg 0,1-szerese jelenik meg a tejben. A fémionfrakció aktivitás csak közelítő érték $Sr-90/Y-90$ izotóp aktivitására vonatkozóan, ezért stroncium izotópok diszkriminációs tényezője is eltérő lehet. A következő évben a vizsgálatok ilyen irányú bővítése célszerűnek látszik.

Indikátor növények vizsgálata

A nukleáris légköri kísérletek késői kiszóródásának hatását, és a növényzetben való megjelenését a Hálózat laboratóriumi indikátor növények elemzése alapján ellenőrizték. A vizsgálatokhoz a korábbi években kiválasztott paraj, saláta és sóska minták begyűjtésére került sor. A növények termelési körzetei is az előző évvel azonosak voltak.

Az összes és kálium aktivitás országos eloszlása növényenként különböző, ami fajtasajátságra vezethető vissza. Az egyes növényfajtákon belül az országos ingadozás a termelési körülményeknek megfelelően igen nagy, és hasonló jelenség tapasztalható az egyes intézetek adatainak szórása alapján is. A természetes és összes aktivitás összehasonlítása egyik helyen sem jelez kiemelkedő mesterséges radioaktiv szennyezettséget, de néhány helyen (Békéscsaba, Szeged, Győr) a különbség a vizsgálatok bővítését – főként Cs-137 mérést – indokolják.

A mesterséges radioaktivitást jellemző fémionfrakció aktivitás mindhárom növénytípusnál a vegetációs időszakról függetlenül is teljesen azonosnak tekinthető. Nem tapasztalható a korábbi években tendenciaszerűen érvényesülő évszakok közötti különbség, ami az országos egyenletes talajszennyezettségből ered. Ez esetleg az 1975. évben uralkodó meteorológiai tényezőkkel magyarázható.

A növényekben mérhető mesterséges radioaktivitás a korábbi évek tapasztalataival megegyezően igen alacsony érték, és az átlagok az előző évinél is kisebbek, ami azonban nem jelent szignifikáns változást.

Célvizsgálatok

Gyomnövények vizsgálata

A bioszférában megjelenő radioaktív szennyezettség változásának nyomonkövetése érdekében – a talajművelés hatásának vizsgálatára – a Hálózat vizsgálati programja vadontermő növények elemzésével bővült.

A kiválasztott növények a következők voltak:

- fekete üröm (*Artemisia vulgaris*)
- mezei szulák (*Convolvulus arvensis*)
- nagycsalán (*Urtica dioica*)

Ezek közül vízparti növényzethez sorolható az üröm és a csalán, míg a szulák szántófüldi növénynek minősíthető, de vízfolyások mentén is található.

A gyomnövények gyűjtése a rendszeresen vizsgált indikátor növények termőhelyének környékén történt. Ezeknek a mintáknak a mennyisége, előkészítési módja és analízise megegyezett az indikátor növényeknél alkalmazott módszerrel.

Az eredmények alapján az összetétel és az aktivitás szempontjából nem térnek el ezek a növények az egyéb növényi anyagoktól. Mindhárom gyomnövényben a mesterséges radioaktivitás azonosnak tekinthető, bár tendenciaszerűen a csalán látszik legszennyezettebbnek. A fémionfrakció aktivitás átlaga alapján ezek a növények valamivel több mesterséges aktivitást akkumulálnak, ami indokolja vizsgálatuk rendszeressé tételét, főként az erőmű környezetében.

Csontok vizsgálata

Az állati szervezetben felhalmozódó mesterséges radioaktivitást néhány kijelölt intézet csontok vizsgálatára alapján ellenőrizte.

Az 1975-ben mért csont fémionfrakció aktivitás a várható csekély inkorporációt jelzi. Szembetűnő, hogy a juh és növendékmarha csontok mesterséges aktivitása között nincs különbség. Ez ellentétes a korábbi évek tapasztalatával, amikor a juh csontokban rendre valamivel nagyobb szennyezettség volt mérhető.

Halak vizsgálata

Az éves munkaterv szerint az előző évek gyakorlatának megfelelően folytatódott a folyami és a tavi halak radioaktivitásának mérése. Az izomzat és a csont különválasztva került elemzésre.

A hal hús természetes és összes radioaktivitása gyakorlatilag az előző évek adataival egyezik meg és csekély mértékű mesterséges szennyezettségre utal. A fémionfrakció aktivitás ennek megfelelően nagyon alacsony érték, ami változatlan mesterséges szennyezettséget jelez.

A halak csontjában felhalmozódott radioaktivitás mértéke is az előző évihez hasonló átlagos érték. Sem az összes sem a mesterséges szennyezettség nem változott számottevő mértékben az elmúlt öt év adataihoz viszonyítva.

Az eredmények azt jelzik, hogy az élő vizek radioaktivitásában nem következett be változás, de indokoltnak látszik a vizsgálati módszerek fejlesztése és a Cs-137 aktivitás rendszeres meghatározásának bevezetése.

Baromfi vizsgálatok

A radioaktív szennyeződés állati szervezetben történő akkumulációját néhány kijelölt laboratórium baromfi vizsgálatokkal határozta meg. Az ilyen irányú mérések kísérleti jellegűek voltak, ezekkel az állati eredetű élelmiszer fajták számának növelése volt a cél. A minta előkészítés szárítás és hamvasztás volt, amit az egyéb környezeti mintáknál alkalmazott adatok meghatározása követett.

Megállapítható, hogy a baromfi hús és csont radioaktivitása nagyságrendileg megegyezik az egyéb állatok mintáira meghatározott szennyezettséggel. A mesterséges szennyezettséget reprezentáló fémion aktivitás azonosnak tekinthető mindegyik vizsgált mintafajta esetében, és ez rendkívül alacsony mértékű.

A baromfi radioaktivitás mérések nem jeleznek az általános környezeti szennyezettségből várhatónál nagyobb felhalmozódást. A vizsgálatok folytatása azonban indokoltnak látszik a belső sugárterhelés felmérés miatt, szükség szerint egyéb jellemzők meghatározásával kibővítve, szisztematikus mintavételi elvek alapján.

Dohányipari vizsgálatok

A különböző dohányok természetes és mesterséges radioaktivitás vizsgálatát a korábbi évek gyakorlatának megfelelően a Nyíregyházi Dohányfermentáló Vállalat Radiológiai laboratóriuma végezte.

Az eredmények azt mutatják, hogy a hazai termésű dohányok természet és mesterséges radioaktivitása az elmúlt öt év adataival gyakorlatilag megegyezik. Az import dohányok sem mutatnak eltérő aktivitást a hazaiakhoz viszonyítva.

Vizsgálatok Paks térségében

A magyar energia program keretén belül 1975. évben elkezdődött az atomreaktor építése. A létesítmény telephelye Paks. Már a reaktor építése alatt szükséges elkezdenni az üzembehelyezés után várhatóan érintett területeken a természetes és mesterséges radioaktivitás arányainak részletes felmérését. Ennek a munkának tájékoztató méréseit 1975-ben néhány laboratórium kezdte meg.

A tej minták vizsgálata alapján megállapítható, hogy azok természetes és mesterséges radioaktivitása nem tér el az ország más területén mért értékektől. A mért adatok ingadozása az egyéb helyeken mért tej radioaktivitás szórásánál valamivel kisebb, ami a terület egyenletes szennyezettségét valószínűsíti.

A növények elemzési adatai sem térnek el az országos eredményektől. A takarmányoknál és az indikátor növényeknél egyaránt tapasztalható az egyéb helyek adatainak ingadozásánál valamivel kisebb szórás, ami egyenletes radioaktivitást jelez. A fűszerpaprika vizsgálatok eredményeit egyéb körzetek adataival összevetve sem tapasztalható lényeges eltérés.

Az állati eredetű anyagok közül néhány dunai hal vizsgálatára került sor. Az eredmények hasonlóak az egyéb helyekről származó halak radioaktivitásával. A kevés mintaszám miatt további következtetések nem vonhatók le.

Vizsgálati módszerek fejlesztése

A környezet radioaktív szennyezettség vizsgálati módszereinek tökéletesítésére végzett munka 1975. évben az előző évben elkezdett témák folytatása volt. Ennek során elsősorban a stroncium izotópok elválasztásának és mérés-technikájának javítására került sor.

A hasadási termékek meghatározási módszereinek javítása mellett izotóp jelzéken alapuló mikrobiológiai vizsgálatokat is folytattunk toxikus anyagok károsító hatásának minősítésére.

A korábbi évek gyakorlatának megfelelően 1975-ben is sor került hordozható nukleáris műszerek felhasználói próbájának elvégzésére és annak alapján azok minősítésére.

Sr – 90 meghatározása növényi és állati eredetű anyagokból extrakciós módszerrel, folyadékszintillációs mérés-technikával

Extrakciós módszerekkel az utóbbi 10 évben számos cikk foglalkozott. Vizsgálatainkat ezek alapján kezdtük meg 1975. év során.

Az extrakciós és csapadékos módszerkombinációval elválasztott stroncium víz-es oldathoz Y-hordozót adunk, majd a radioaktív egyensúly –Sr – 90/Y – 90 – beállítása után, a képződött Y – 90 aktivitását 5%-os HDEHP* toluolos oldattal extraháljuk, reextrakció után az Y – 90-es folyadékszintillációs eljárással, Cserenkov sugárzás alapján határozzuk meg.

Tej, csont, spenót, sóska és takarmány Sr – 90 aktivitását vizsgáltuk ezzel az eljárással. Eredményeink szerint a módszer alkalmas növényi és állati eredetű anyagok Sr – 90 aktivitásának mérésére.

Egyszerűsített stroncium elválasztási módszer és alkalmazása Sr – 89 és Sr – 90 egymás melletti meghatározására

A stroncium elválasztására a következő folyamatok szerint került sor,

- Feltárás (1:4 HNO₃ extrakció)
- Előzetes elválasztás (oxalátként pH = 5)
- Nitrátos elválasztás
- Szulfát leválasztás
- Aktivitás mérés

A Sr – 90/Y – 90 és Sr – 89 egymás mellett történő meghatározása mérések eredményéből számítással történnek, ami a Sr – 90/Y – 90 egyensúlyi számlálási határfoka és a Sr – 89 számlálási határfoka alapján ismételt mérések eredménye, és a felezési idők alapján végezhető el.

Hordozható nukleáris műszerek összehasonlító értékelése

A korábbi évek gyakorlatának megfelelően 1975. évben a MÉV három készülék típusának részletes vizsgálatára és értékelésére került sor. Ezek a következők voltak:

- NC – 481 hordozható rateméter.
- NC – 484 hordozható számláló.
- NC – 482 hordozható analizátor.

A vizsgálatok kiterjedtek

- a készülékek stabilitásának ellenőrzésére és
- az egyes műszerek érzékenységének megállapítására.

Műszerezési ajánlás

Az NC – 481 rateméter elsősorban szabad területek szennyezettségi viszonyainak felderítésére alkalmas. Kezelése nagyon egyszerű, ezért a gyors helyszínelés műszere lehet.

NC – 484 hordozható számlálót is alkalmasnak találjuk terepen történő radioaktivitás mérésére. Érzékenysége és a szám kijelzés miatt azonban gyors felderítő vizsgálatokra az értékelés hibalehetőségére tekintettel csak szükség esetén javasoljuk.

Legfontosabb felhasználási területek izotóp laboratóriumok szennyezettségének ellenőrzése.

Az NC – 482 analizátort laboratóriumi műszerként célszerű alkalmazni, ahol jól kiképzett személyzet dolgozik. Jól hasznosítható a készülék néhány nuklid gamma sugárzás alapján történő azonosítására izotóp felhasználó laboratóriumokban.

Kiemelhető előny, hogy mindhárom készülékhez csatlakoztatható talaj nedvességmérő detektor, ami a termelésben való hasznosíthatóságát biztosítja.

Mikrobiológiai és biokémiai módszerekkel végzett toxikológiai vizsgálatok

Programunkban klórfenoxi herbicidek, valamint a Toxikológiai Osztállyal együttműködve műanyag csomagolóanyagok élelmiszeroldható extraktjainak toxikológiai vizsgálati szerepeltek.

Klórfenoxi herbicidek és intermedierjeik toxikológiai vizsgálatai

Vizsgálataink célja, hogy megállapítsuk, milyen toxikológiai hatással kell számolnunk, ha ezen vegyületek élelmiszerszennyezőként fordulnak elő.

Elvégeztük a klorinol, intermedier szennyezőinek és különböző triklór-fenol sztereoiszomerek hatásvizsgálatát ionizáló sugárral károsított, valamint károsítatlan egérlépesjtek triciált timidin beépítésére.

Eddigi eredményeink a várakozásnak megfelelően azt mutatják, hogy a vizsgálati rendszerünkben tapasztalható biológiai hatás szempontjából nem különbözik, hogy milyen sztereoiszomer, vagy annak milyen származéka van jelen.

Jelentős hatáskülönbséget kaptunk azonos koncentrációban a 2,4,5-triklór-fenol és a 2,4,6-triklór-fenol között. Folyamatban vannak a klorinol (2,4,5-triklór-fenoxi-*o*-etanol) és frakcionált szennyezőinek vizsgálatai, melyek között biológiai hatás szempontjából kisebb különbségeket találtunk.

Műanyag csomagolóanyagok élelmiszeroldható extraktjainak toxikológiai minősítése

A vizsgálatokkal arra keresünk választ, hogy az élelmiszerek csomagolására használt fóliákból a tárolás során kerülhet-e biológiai hatású anyag az élelmiszerbe. Alkalmos kísérleti körülmények mellett polietilén és polivinilidénklorid desztilláltvízes extraktjainak vizsgálataira került sor.

Meglepő, hogy ezekből a fóliákból 30–37°C-on végzett inkubálás során viszonylag jelentős mennyiségű extrakt oldódik ki desztillált vízzel.

Eddig besugárzatlan fóliák desztillált vízzel készült extraktjainak biokémiai hatásvizsgálatait végeztük el, amelyek tapasztalataink szerint a töménységtől függő mértékben csökkentették a lépesejtek *in vitro* körülmények között mérhető DNS szintézis, ill. γ -sugárral indukált DNS „repair” folyamatok útján beépülő triciált timidin mennyiségét.

Együttműködés más intézetekkel

Radioaktív izotóppal szennyezett talajon termesztett növények vizsgálata

Az Öntözési Kutató Intézetben (Szarvas) létesített sugárkert területén három különböző radioaktív izotóp felhasználásával tenyészedény és szabadföldi termelési kísérletekre került sor. Tenyészedényekben kukorica, bab és szója Cs-137 és Sr-90/Y-90 felvételére, szabadföldön Sr-85 beépítésére lucerna kísérletek folytak.

Vizsgálati módszer, számítási eljárás

Nemzetközi kapcsolatok

Élelmiszerminták trícium tartalmának vizsgálata

A nukleáris erőművek környezetre gyakorolt hatásai között a közepes tömegszámú hasadási termékek vizsgálatán túlmenően igen fontos a radioaktív hidrogén izotóp, a trícium viselkedésének ismerete a bioszférában.

Az 1974. és 1975. évben nemzetközi együttműködés keretében közvetlen élelmiszerszennyezettségi vizsgálatra – elsősorban a trícium meghatározások vonalán – volt lehetőség a karlsruhei Intézettel. (A mintákat a Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung, Institut für Strahlentechnologie, (Karlsruhe) laboratóriumában vizsgálta S. Mlinkó.)

A burgonya, tej és bor trícium aktivitására vonatkozó adatok hazai termékek széles körben irodalmunkban nem ismeretesek. A külföldi, elsősorban amerikai és NSZK mérések eredményeihez hasonlítva azoktól nem térnek el számottevő mértékben. A kapott adatok azonban indokolják a mérések folytatását, ami a következő öt évben vizsgálati program részét fogja képezni.