

## Az élelmiszer radioaktív szennyezettségi vizsgálatok és ezzel kapcsolatos kutatások 1973-ban

KOVÁCS JÓZSEF

Központi Élelmiszerellenőrző és Vegyvizsgáló Intézet, Budapest

Érkezett: 1974. március 21.

A Mezőgazdasági és Élelmézsügyi Minisztérium Mérő és Adatszolgáltató Hálózata keretébe tartozó laboratóriumok az 1973. évben egyeztetett és jóváhagyott munkaterv szerint végezték ellenőrző vizsgálataikat. A környezet radioaktív szennyezettségének rendszeres mérése a KGST és NAÜ ajánlása alapján és a magyar atomerőmű program előkészítésében az elmúlt éveknél nagyobb fontosságúvá vált. A témakörön belül szükségessé vált a környezeti kapacitás becslésére való adatgyűjtés és a meglevő eredmények ilyen szempontból való értékelése.

Az élelmiszerellenőrző és vegyvizsgáló intézetek radiológiai laboratóriumai az év folyamán szisztematikusan azonos helyről azonos időszakban vettek mintákat, amelyeket egységes egyeztetett elvek és módszerek alapján vizsgáltak meg. Az egyes Intézetek éves jelentései alapján készített a Központi Élelmiszerellenőrző és Vegyvizsgáló Intézet részletes összefoglalót az eredményekről. Az éves országos radiológiai jelentés a különböző élelmiszerek radioaktív szennyezettségét részletesen elemzi, minta fajtánként és területi eloszlás szerint.

Az összefoglaló a vizsgált minták számszerű és területi megoszlásának bemutatásán kívül (1. táblázat) a fontosabb termékek átlagértékeinek közlése mellett (2. táblázat) az eredményekből levonható következtetéseket ismerteti.

### ÉLELMISZEREK RADIOAKTÍV SZENNYEZETTSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

#### Rendszeres vizsgálatok

A több éve folytatott rendszeres ellenőrzések vizsgálatának tárgya főzelékfélék (paraj, saláta, sóska) tej és takarmány, valamint állati csontok voltak.

A *főzelékfélék* eredményei alapján megállapítható, hogy a mesterséges radioaktív szennyezettség területi megoszlásában nem mutat szignifikáns különbséget. A tavaszi és őszi vegetációs periódus mintái között az előző évek tapasztalatával ellentétben, egyik növény esetében sincs különbség, ami a meteorológiai körülményekkel – száraz tavasz és őszi – indokolható. A főzelékfélék mesterséges szennyezettségét képviselő fémionfrakció aktivitás – feltehetően a csapadék-szegény időjárás miatt – az elmúlt években mért értékeknél kisebb.

A *tej és takarmány* vizsgálatok adatai alapján megállapítható volt, hogy a tej mesterséges radioaktivitásának területi eloszlása egyenletes és az előző évből meghatározott értékhez hasonló.

A vizsgált radiológiai minták megoszlása 1973. évben

	Csont				Tej	Főzelék félék			Takarmány		Vegyes	Hal				Össz.
	Növ. marha	Borjú	Juh	Egyéb		Paraj	Saláta	Sóska	Szálás	Siló		Hús	Csont	Egyéb	Egyéb	
<i>Tiszántúl</i>																
Nyiregyháza ..	12	4	4	—	24	6	6	6	19	16	—	—	—	—	74	171
Debrecen ....	15	3	4	—	20	6	6	6	10	10	—	10	10	—	—	100
Békéscsaba ..	18	3	5	4	22	6	6	7	19	2	—	—	—	—	—	92
Miskolc ....	29	3	2	5	25	8	5	15	16	7	1	—	—	—	30	146
<i>Duna-Tisza köze</i>																
Szeged .....	12	4	4	—	25	6	6	6	14	2	9	11	11	—	—	112
Kecskemét ..	11	19	5	2	57	10	10	8	28	—	5	—	—	—	15	170
<i>Dunántúl</i>																
Győr .....	15	4	2	4	25	6	6	6	13	13	—	9	9	—	28	140
Szőn.bathely	20	5	4	38	22	5	7	6	13	11	—	1	1	—	8	141
Székesfehérv.	24	—	—	—	22	5	5	2	22	—	—	16	16	16	32	160
Pécs .....	9	3	3	13	36	6	6	6	30	—	—	—	—	—	15	127
Kaposvár ..	15	5	2	3	24	6	6	6	10	14	—	23	23	2	—	139
Budapest ..	5	—	20	17	22	11	11	9	15	7	—	3	4	—	15	139
Összesen: ...	185	53	55	86	324	81	80	83	209	82	15	73	74	20	217	1637

A takarmányok közül a siló mutatja a legingadozóbb szennyezettséget, de kiemelkedően nagy érték nem tapasztalható. A szalastakarmányok aktivitása országosan egyenletesen oszlik meg és az indikátor növények (paraj, saláta, sóska) eredményeivel azonos nagyságrendű.

A különböző állati csontokba beépült radioaktivitást borjú- növedékmarha-, juh- és sertéscsontok elemzésével határozták meg az egyes ellenőrző állomások, radiológiai laboratóriumai.

A femionfrakció aktivitás országos eredményeinek elemzése alapján a csontokba beépült radioaktivitás az állat fajtájától és életkorától függ, és az utóbbi néhány év adataival összehasonlítva lényegében változatlan mértékű. A különböző fajtájú állatok csontjainak szennyezettsége alapján a következő sorrend állítható fel:

sertés < borjú < növedékmarha < juh.

A legkisebb szennyezettségű sertés és juh csontok radioaktivitása között nagyságrendi különbség van. Említést érdemel, hogy a juh csontokban mért radioaktivitás területi eloszlásában is tapasztalható különbség, ami több tényező hatásának tulajdonítható és részletes elemzést igényel.

Élelmiszerek radioaktív szennyezettségének alakulása 1973. évben

Vizsgálati anyag		Db	Aktivitás		
			Összes akt.	Fémion akt.	K-40 akt.
Paraj (1)	tavaszi .....	41	56,4	2,6	49,9
	őszi .....	41	53,4	1,9	46,6
Saláta (1)	tavaszi .....	43	59,7	2,6	50,6
	őszi .....	37	57,8	2,6	48,7
Sóska (1)	tavaszi .....	41	41,5	2,2	35,8
	őszi .....	42	39,4	1,8	33,4
Tej (2) .....		305	125,2	2,4	119,6
Takarmány (1)	szálaszöld .....	211	21,0	2,3	16,0
	siló .....	80	18,8	3,1	14,1
	vegyes .....	15	11,0	2,5	9,1
Borjúcson (3) .....		44	2,6	1,6	
Növendékmarha (3)	metacarpus .....	69	4,7	3,5	
	femur .....	53	4,1	3,2	
	costa .....	66	5,0	4,2	
		54	4,8	3,4	
Juh csont (3) .....		64	10,3	7,8	
Vadcsont (3) .....		71	10,6	0,3	8,8
Hal (1)	hús .....	72	9,1	5,4	
	csont .....	78	31,2	4,2	24,6

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

### Célvizsgálatok

Folyami és tavi *halak* radioaktív szennyezettségének vizsgálata alapján aktivitás az elmúlt években tapasztalt értéktől nem tér el számottevő mértékben. A hal csontok fémionfrakció aktivitása nagyobb az izmokban mért értéknél. Az izomzat radioaktivitása elsősorban a természetes K-40 izotópra vezethető vissza.

A vadon élő állatok csontjaiba beépült radioaktivitás mértéke az elmúlt évek tapasztalataival megegyező tendenciát mutat. Az országos adatok heterogén eloszlást mutatnak. Mind kérődző, mind vaddisznó csontok fémionfrakció aktivitása nagyobb a háziállatokéinál.

*Dohány és cigaretta* vizsgálatok eredményeiből megállapítható, hogy a különböző fajtájú és származási helyű dohányok fémionfrakció aktivitása között nem mutatkozik jelentős eltérés. A hazai és import fermentált dohányok mesterseges radioaktív szennyezettsége között sem tapasztalható szignifikáns különbség. A különböző fajtájú és gyártási helyű cigaretták elemzése – a dohány vizsgálatokkal összehangban – nem mutat eltérést és radioaktivitásuk az előző évek szennyezettségi szintjének felel meg.

*Po-210.* Néhány dohány és cigaretta, valamint konzervipari termékben található természetes alfasugárzó izotópok közül a rádiumok leányelemének a Po-210 aktivitásának meghatározására került sor.

A konzervekben mért aktivitás 0,4–1,2 pCi/kg érték között változott.

A dohányok és cigaretták esetében 0,3–0,8 pCi/g szárazanyag fajlagos aktivitás volt mérhető.

Az eredmények ingadozása és nagysága a nemzetközi irodalomban található értékekhez hasonló. Mivel hazai adatok a Po – 210 területi eloszlására és a különböző élelmiszeripari nyersanyagokba való beépülésének mértékére nincs, a vizsgálatok kiterjesztése és folytatása indokolt.

## KUTATÁSI FELADATOK

### Vizsgálati módszerek fejlesztése

#### *Fémionfrakció összetételének ellenőrzésével kapcsolatos vizsgálatok*

A mesterséges radioaktív szennyezettség vizsgálatának egyik módszere a fémionfrakció elválasztása. Az eljárás lényege lúgos közegben történő oxalátos lecsapás. Mivel ilyen körülmények között hidroxidok és foszfátok is leválnak, indokolt a csapadék kálium adszorpciójának és a kálium eltávolítás lehetőségeinek vizsgálata. Megállapítható volt, hogy az intenzív keverés mellett meleg oldatból leválasztott csapadék káliummentessé tételéhez szűrészkor mosófolyadéként mintegy 60 ml 2,5%-os ammóniumhidroxid szükséges.

#### *Kalcium meghatározás talajból*

A kielégítő pontosságú és a talaj összetételétől gyakorlatilag független kalcium meghatározási eljárás az oxalátos és komplexometriás módszer kombinációjával volt megvalósítható.

A talaj 10%-os sósavval készített extraktjából mikromódszerrel pH: 5-nél oxalátos leválasztás, majd centrifugálás után a feloldott kalciumcsapadék maszkírozó anyagok jelenlétében pH: 10-nél ftaleinbitor indikátor mellett EDTA mérőoldattal titrálható.

#### *Kis radioaktivitás mérőrendszereinek kritikai értékelése*

A kis aktivitású radioaktív preparátumok mérésére a GAMMA MŰVEK által tervezett és forgalomba hozott mérőrendszerek vizsgálatára került sor. A méréseket négy detektor és három számláló minden kombinációjával elvégezve, az eredmények alapján értékelhető a mérő rendszerek stabilitása. Az eredményből megállapítható:

- az NK – 108 energiaszelektív számláló egyik detektorral sem alkot stabilis mérőrendszert, ami a számláló típus elavultságát bizonyítja,
- Az NK – 150 és NK – 350 számlálók mindegyik detektorral stabil mérőrendszerként használhatók.

A stabilisnak minősített készülékösszeállítások alkalmazástechnikai vizsgálata Sr – 90/Y – 90, Cs – 137, Co – 60 és K – 40 izotópok felhasználásával történt. Megállapítható volt, hogy

- az NK – 150 és NK – 350 számlálók mindegyik detektorral alkalmas összeállítást képeznek a környezet radioaktív szennyezettségének mérésére,
- a különböző mérőrendszerek használhatósága függ a vizsgált radioaktív elemektől, ezért a mérési feladat alapján választható ki a célnak legmegfelelőbb mérési összeállítás.

## Radioaktív izotóp alkalmazási kísérletek

### *Felvett vegyületek alkalmazása élelmiszerek kémiai szennyezőinek vizsgálatára*

A kísérleti program a növényvédőszeresek közül a herbicidek csoportjába tartozó 2,4,5-triklórfenoxi ecetsav (2,4,5-T) és 2,4,5-triklórfenoxi etanol (2,4,5-TE) hatásának és maradékainak vizsgálatára irányult, szőlőlevél és gyümölcs, valamint alga felhasználásával. A bomlástermékek és felszívódott herbicidek meghatározására gázkromatográfiás, radiometriás és autoradiográfiás módszerekkel került sor.

Az algába való beépítés mértéke 2,4,5-T-ből szignifikánsan nagyobb, mint a 2,4,5-TE-ből.

A szőlővel végzett kísérletek alapján megállapítható volt, hogy a gyümölcsben levélén át felszívódva a 2,4,5-T tartós (21 napnál hosszabb) szennyeződést okoz.

### *Cs és Sr izotóppal szennyezett tejek vizsgálata*

A vizsgálatok célja a tejbe jutott Cs és Sr izotópok megoszlásának vizsgálata volt, a tej feldolgozása során nyert különböző fázisokban (zsír, olvadék, túró, savó). Megállapítható, hogy mindkét izotóp esetében a savó radioaktivitása volt a legnagyobb.

### *Növényi vegetáció során felvett Sr-90 radioaktivitás vizsgálata kukorica és babnövényen*

Laboratóriumi és üvegházi kísérletek során került vizsgálatra az Sr-90 izotóp beépülése. Az üvegházi körülmények között nevelt a talajra juttatott izotópból nem vett fel mérhető aktivitást. A babban vízkultúras nevelés során feldúsult a Sr-90 izotóp a tápoldat fajlagos aktivitásához viszonyítva.

## EGYÜTTMŰKÖDÉS MÁS INTÉZETEKSEL

1. Halak higanytartalmának vizsgálata a Budapesti Műszaki Egyetem Atomreaktorjának közreműködésével neutronaktivációs módszerrel került sorra.

2. A Mecseki Érbánya Vállalat kísérleti Kutató Osztályával kooperációban egy alfaspektrometriás mérőrendszer összeállítása készült el.

3. A Mecseki Érbánya Vállalat Egészségügyi Szolgálatának közreműködésével a természetes alfasugárzó izotópok elválasztásán és mérésén túl, különböző anyagok mintáinak előkészítési és elemzési módszereinek bevezetése rutinvizsgálataikhoz előadásra kész.

4. A GAMMA MŰVEK műszerfejlesztési programjában kooperációs munkában szaktanácsokkal a kis radioaktivitások mérésére alkalmas készülékek tervezéséhez adtunk szempontokat.

5. Az Országos Húsipari Kutató Intézet Radiológiai laboratóriumával együttműködve részben szaktanácsadói, részben közös vizsgálati program lebonyolítására került sor.

6. A Konzerv és Paprikaipari Kutató Intézet Radiológiai laboratóriumával való együttműködés keretén belül egyeztetett, az éves munkaterv keretében, közös elemnyom analízis kezdődött a paradicsom elemnyom szennyezettségének vizsgálatára a feldolgozási technológia függvényében.

A külföldi intézetekkel való együttműködés fejlesztésére részben a KGST államok radioökológiai kérdésekkel foglalkozó intézeteivel, részben a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség érdekelt szaklaboratóriumaival közvetlen kooperáció

kiépítésére került sor. Ez utóbbi laboratóriumokkal való együttműködés keretében tervbe vettük olyan nemzetközi norma-gyűjtemény elkészítését, amely az atomerőmű létesítése után környezetvédelmi feladataink megoldásában nélkülözhetetlen.

Az élelmiszergazdasággal kapcsolatos egészségügyi és egyéb óvórendszabályok kidolgozásában érintett országos hatáskörű szervezetekkel és intézetekkel (OVH., EÜ. Min. OKI) részvesztünk a mezőgazdasági termelés minőségi igényeinek megfelelő védelmi, ellenőrzési szempontok összeállításában.

## ИСПЫТАНИЕ РАДИОАКТИВНОСТЕЙ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОВОДИМЫЕ В ВЕНГРИИ В 1973 Г.

*Ковач Й.*

В процессе испытания радиоактивной загрязненности окружающей среды проводимой систематически с 1960 г. непрерывно, в 1973 году приступили к исследованию продуктов растительного и животного происхождения. На основании полученных результатов установили, что искусственное радиоактивное загрязнение продуктов питания в 1973 г. не повышалось по отношению к предыдущим годам.

В процессе развития методов систематического анализа, приступили к разработке метода определения кальция и проводили критическую оценку новой измерительной системы – ГАММА.

В опытах по применению изотопов, испытывали продукты расщепления гербицидов типа феноксиуксусной кислоты. В процессе переработки молока проводили анализ распределения загрязняющего эффекта и загрязнения изотопами Sr – 90 и Cs – 137. Проводили опыты определения принимающей способности изотопов на растениях кукурузы и фасоль.

## UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE RADIOAKTIVEN VERUNREINIGUNGEN VON LEBENSMITTELN UND DAMIT VERBUNDENE FORSCHUNGEN IN UNGARN IM JAHR 1973

*J. Kovács*

Bei der seit 1960 kontinuierlich durchgeführten Kontrolle der radioaktiven Verunreinigung der Umwelt wurden im Jahr 1973 Lebensmittel pflanzlichen und tierischen Ursprungs untersucht. Auf Grund der analytischen Ergebnisse erhöhte sich die Menge der in den Lebensmitteln anwesenden synthetischen radioaktiven Verunreinigungen nicht, der Gehalt war dem des vorangegangenen Jahres ähnlich.

Bei der Entwicklung der Methoden der systematischen Analysen wurde eine Methode zur Bestimmung des Calciums entwickelt und die Untersuchung bzw. kritische Auswertung der neueren Messgeräten vom Typ GAMMA durchgeführt.

Im Verbindung mit Isotopenanwendungsversuchen wurden die Zersetzungsprodukte von Unkrautvertilgungsmitteln vom Phenoxyessigsäuretyp mit radio-metrischen und autoradiographischen Methoden mittels markierten Verbindungen untersucht. Die verunreinigende Wirkung der Isotope Sr – 90 und Cs – 137 und die Verteilung der Verunreinigungen während der Milchbehandlung wurden analysiert. Versuche wurden ferner durchgeführt, um die Isotopenaufnahme der Mais- und Bohnenpflanzen zu bestimmen.

# INVESTIGATIONS OF THE RADIOACTIVE CONTAMINANTS OF FOODS AND RESEARCHES IN THIS FIELD IN HUNGARY IN 1973

*J. Kovács*

In the course of systematic investigations of the radioactive contamination of the environment carried out since 1960, foods of vegetable and animal origin have been investigated in 1973. As indicated by the results, the amounts of synthetic radioactive contamination in foods were similar to those found in 1972 and no increase was perceptible in the year 1973.

In the field of the development of methods for systematic analyses a method was developed for the determination of calcium and a procedure was evolved for the critical evaluation of the investigation of novel measuring systems of GAMMA type.

In the course of experiments concerning the use of isotopes the decomposition products of herbicides of phenoxyacetic acid type were investigated by radiometric and autoradiographic methods, using labelled herbicidal compounds. The contaminating effect of the isotopes Sr-90 and Cs-137 and the distribution of these contaminants during the processing of milk were studied. Experiments were performed in order to establish the isotope uptake of maize and bean plants.

---

## HAZAI LAPSZEMLE

Összeállította: Kacs Kovács Miklós

---

- Béres L.-né Beran K., Erdész S., Jakab R. és Prokopovitsch L.:* A baromfiiparban alkalmazott műanyag fóliák minőségének ellenőrzése a gyakorlatban. (III. befejező rész) Baromfiipar, 21, 29, 1974.
- Zukál E., Fábri I., Székely K.-né és Varga I.-né:* Húsos ételkonzervek gyártásának mikrobiológiai elemzése a Budapesti Konzervgyárban. Konzerv- és Paprikaipar, 21, 204, 1973.
- Fábri I., Zukál E. és Bancsik L.:* A Kecskeméti Konzervgyár zöldszáritmányai mikrobiológiai minőségének elemzése. Konzerv- és Paprikaipar, 21, 209, 1973.
- Muszka T. Cséfalvay I.-né és Incze K.:* Fűszerpaprika-őrlemények sósavas csirátlanági eljárásának vizsgálata. Konzerv- és Paprikaipar, 21, 213, 1973.
- Horváth Gy. és Kristóf Á.:* Narancsitalok minőségi problémáiról a nyersanyag függvényében. Konzerv- és Paprikaipar, 21, 217, 1973.
- Bende E. és Szabó A.:* Szörpök gyümölcsletartalmának meghatározása. Konzerv- és Paprikaipar, 21, 219, 1973.
- Harkai T.-né és Hazay Cs.-né:* Összehasonlító vizsgálatok vastartalom meghatározására alkalmazott módszerekkel. Konzerv- és Paprikaipar, 21, 222, 1973.
- Kottász J. és Katona L.:* A likőr-és pálinkakészítmények minőségéről. Szabványosítás, 26, 82, 1974.
- Perédi J.:* Antioxidánsok és szinergensek hatása a napraforgóolaj autoxidációjára. 2. rész. Olaj, Szappan, Kozmetika, 23, 14, 1974.

- Vajdics Z.-né és Wittmann J.: Filterrudak gyártásközi ellenőrzése matematikai-statisztikai alapon. Dohányipar, 21, 47, 1974.
- Sárosi J.: A korszerű fertőtlenítőszer hatásának vizsgálata. Borgazdaság, 22, 35, 1974.
- Gábor M.-né: Egyes antioxidáns hatású flavonid vegyületek alkalmazási lehetőségei étkezési zsiradékokban. Baromfiipar, 21, 116, 1974.
- Soós K. és Főzy I.-né: Különböző kávéfajták karcinogén poliaromás szénhidrogén-tartalmának vizsgálata. Édesipar, 25, 7, 1974.
- Vavrincez G.: A répamelasz képződése és összetétele. XIII. Elektrolitok, nemelektrolitok, átlagos összetétel. Cukoripar, 27, 91, 1974.
- László L.-né és Sasvári S.-né: Csokros fűszerpaprika bogycák kétféle utóérlelési módjának összehasonlító vizsgálata az elérhető festéktartalom szempontjából. Konzerv- és Paprikaipar, 22, 18, 1974.
- Berndorferné Kraszner É. és Telegdy Kovács L.: Búzafajták biokinin-tartalmának változása külső tényezők hatására. Élelmezési Ipar, 28, 65, 1974.
- Kiss J. és Kovács S.: Tapasztalatok a vízminőség-védelem területén. Élelmezési Ipar, 28, 74, 1974.
- Moór J.: Vizsgálatok az új elasztigarrákkal. Sütőipar, 20, 224, 1973.
- Stark L. és Berényi T.-né: A tasakos tej felmelegedési sebességének meghatározása megfelelő védőképességű gyűjtő-szállító csomagolás kifejlesztése érdekében. Tejipar, 22, 80, 1973.
- Uzonyi Gy.-né és Varga Gy.-né: Fleischmann-táblázatok felülvizsgálata, Tejipar, 22, 89, 1973.
- Stark L.: A tejipari csomagolóanyagok és csomagolószerek minőségi átvételi rendszerének kialakítása. Tejipar, 22, 91, 1973.
- Erdész S.-né, Bíró J.-né és Sárközi Gy.: Gyorsfagyasztott készítmények zsírtartalmának gyors meghatározása. Hűtőipar, 22, 116, 1973.
- Kun L.: Az NSZK-ba exportált Tokaji Szamorodni, 3 puttonyos Aszu, valamint Aszu Eszencia kémiai összetételéről szóló német nyelvű cikkünk összefoglalása, Borgazdaság, 21, 150, 1973.
- Gáti Gy.: Vizsgálati eredmények a dohánytermő talajok kiválasztására és tápanyagellátására. Dohányipar, 20, 81, 1973.
- Török T.: Az üdítőitalok gyártásával kapcsolatos néhány mikrobiológiai kérdés, Szeszipar, 21, 127, 1973.
- Vargha G.-né: Coca-cola mikrobiológiai vizsgálatával kapcsolatos kérdések, Szeszipar, 21, 135, 1973.
- Arany S.-né: Néhány nitrogéntartalmú anyag szerepe a dohány minőségében és meghatározásának módszerei. Dohányipar, 20, 95, 1973.
- Pándi F.: Objektív vizsgálati módszer a sajtolt sütőélesztő kelesztőképességének meghatározására. Szabványosítás 26, 58, 1974.
- Szlatky K.: Söripari élesztőtörzsek biokémiai jellemzésének szempontjai, Söripar, 20, 204, 1973.
- Varga J.: N- és C-terminális aminosavak meghatározása gabonafehérjékben. Söripar, 20, 220, 1973.
- Szabó A. és Bende E.: Konduktometriás vizsgálat sörök szénsavtartalmának meghatározására. Söripar, 20, 223, 1973.
- Némethi L., Hamza J.-né és Szigeti K.-né: A dohányfüst oxo- és illó fenolvegyületeinek vizsgálata. Dohányipar, 29, 108, 1973.
- Pándi F.: Tápanyagellátottság vizsgálata a forgácstöltetes Frings-rendszerű fermentációs ecetsavgyártás technológiai folyamatában. Szeszipar, 21, 142, 1973.
- Ludvig L. és Surján E.-né: Keményítőszörp szárazanyagtartalmának meghatározásáról. Szeszipar, 21, 144, 1973.