

Ezen kritériumok alapján az IRDF-2002 hatáskeresztmetszet-könyvtárba került magreakciókat és a vonatkozó hatáskeresztmetszet-adatok forrását az 1. táblázat mutatja (lásd pl. [4]-ben).

Az új könyvtár tartalma

Az új nemzetközi reaktordozimetriai hatáskeresztmetszet-könyvtár, IRDF-2002, a készítés időpontjában fellelhető legjobb minőségű reaktordozimetriai hatáskeresztmetszet-adatokat tartalmazza (az adatgyűjtés 2003 decemberében fejeződött be). A könyvtár lényegében három adatkészletből áll [4]:

a) Sokcsoportos hatáskeresztmetszet-adatok neutronmetrológiai felhasználás céljára

– hatáskeresztmetszetek 66 neutronaktivációs (és hasadási) magreakcióra nézve a vonatkozó bizonytalansági adatokkal együtt (utóbbiak kovarianciamátrixok formájában állnak rendelkezésre);

– három neutronárnyékoló anyag (B, Cd és Gd) totális hatáskeresztmetszete bizonytalansági adatok nélkül;

– sugárkárosodási hatáskeresztmetszetek néhány elemre és vegyületre, bizonytalansági adatok nélkül.

b) Adatok pontformátumban

– jelen vannak az összes, fentiekben felsorolt hatáskeresztmetszetre nézve, kivéve a sugárkárosodási adatokat;

– rendelkezésre állnak továbbá a könyvtárban szereplő valamennyi neutronbefogási és hasadási magreakció totális hatáskeresztmetszetére is a megfelelő bizonytalansági adatokkal együtt.

c) Egyéb adatok (CEA, Franciaország, feldolgozásában lásd pl. [9]-ben)

– valamennyi, a könyvtárban szereplő céltárgymag izotópgyakorisága;

– valamennyi, a könyvtárban szereplő reakciótermék-mag radioaktív bomlási jellemzői.

Ez az adatsorozat most szerepel első ízben a nemzetközi reaktordozimetriai hatáskeresztmetszet-könyvtárban.

Formátum (a NAÜ NDS kezelésében)

A pont-hatáskeresztmetszet adatok ENDF-6 formátumban vannak megadva, míg a sokcsoportos hatáskeresztmetszetek és bizonytalanságaik (SAND II típusú 640 energiacsoportban) két formában is rendelkezésre állnak: szigorú ENDF-6 formátumban (a sugárkárosodási adatok kivételével) és egyszerűsített ENDF-6 formátumban a neutronmetrológiai alkalmazásokhoz.

Az új hatáskeresztmetszet-adattárat a 12. Nemzetközi Reaktordozimetriai Szimpóziumon mutattuk be ez év tavaszán Gatlinburgban [4]. Az adatok megtalálhatók és letölthetők a NAÜ NDS honlapjáról.

Irodalom

1. a) *Reactor Dosimetry in the 21st Century* (szerk.: J. Wagemans, H.A. Abderrabim, P. D'hondt, C. De Raedt) – Proc. of the 11th International Symposium on Reactor Dosimetry, Brussels, Belgium, 18–23 August, 2002. World Scientific, 2003.
b) 12th International Symposium on Reactor Dosimetry, May 5–13, 2005, Gatlinburg, Tennessee, USA (megjelenés alatt).
2. *Advances in Neutron Capture Therapy*, Vol. I–II. (szerk.: B. Larson, J. Crawford, R. Weinreich) – Excerpta Medica Int. Congr. Ser. 1132. Elsevier, 1997
3. FÖLDIÁK GÁBOR: *Az izotópok ipari alkalmazása* – Műszaki Könyvkiadó, 1972.
4. E.M. ZSOLNAY, A. TRKOV: *Release of the New International Reactor Dosimetry File IRDF-2002* – 12th International Symposium on Reactor Dosimetry, May 5–13, 2005, Gatlinburg, Tennessee, USA [1.b]
5. N.P. KOCHEROV, P.K. MCLAUGHLIN: *The International Reactor Dosimetry File IRDF-90, Ver. 2.* – Report IAEA/NDS/141, Rev. 2., IAEA, Vienna, Oct. 1993.
6. K. KOBAYASHI, T. IGUCHI ET AL.: *JENDL Dosimetry File (JENDL/D-99)* – Report, JAERI 1344, Japan Atomic Energy Research Institute, January 2002.
7. K.I. ZOLOTAREV, A.V. IGNATYUK, V.N. MANOKHIN ET AL.: *RRDF-98, Russian Reactor Dosimetry File* – Report IAEA/NDS/193. Rev. 0. March, 1999.
K.I. ZOLOTAREV: *New Russian evaluations for IRDF-2002* – [9]
8. *CD WINENDF* – October 2002. ENDF package includes Release 8 of ENDF/B-VI, Release 3.3. of JENDL, Release 3.0 of JEFF, WINENDF Prepro2000 codes, WNDVER codes, Utility codes, Manuals, Utils, ZaLibs. IAEA Nuclear Data Section
9. *Summary Report of the Final Technical Meeting on International Reactor Dosimetry File: IRDF-2002* – Report INDC (NDS)-448, IAEA, Vienna, Oct. 2003.

A NUKLEÁRIS TECHNIKA FEJLŐDÉSE A THAIFÖLDI THAMMASAT EGYETEMEN

Tawee Chim-oye
Fizika Tanszék, Thammasat Egyetem, Thaiföld

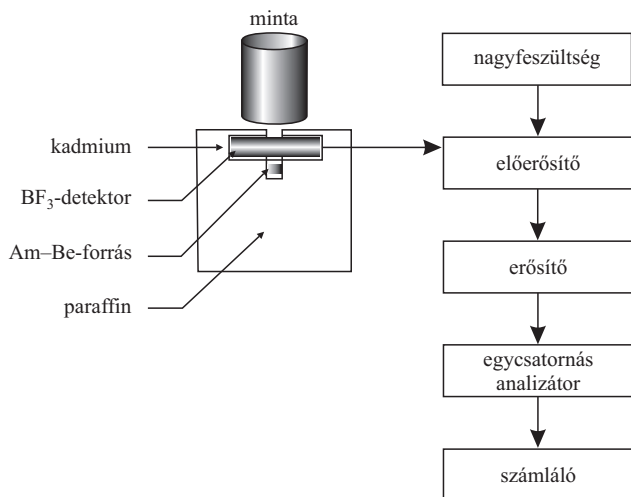
Mikrokontrollerek mérőrendszerekben történő alkalmazásával csökkenthető az elektromos áramkörök bonyolultsága, növelhető az adatok pontossága és a rendszer könnyen változtatható, fejleszhető. Egy neutronszámoló fontos eszköz a tanuláshoz és a kutatáshoz, amelyet általában mérődrágán kell importálnunk külföldről. Mérőrendszerek fejlesztése elengedhetetlenül szükséges a thai tudomány fejlődése érdekében, ezért fejlesztettük ki a BF₃-detektorral és mikrokontrollerrel működő neutron-

számoló prototípusát. Írásunkban bemutatjuk, hogy a kifejlesztett eszközt mi módon alkalmaztuk nedvességtartalom mérésére és üzemanyag-összetétel vizsgálatára.

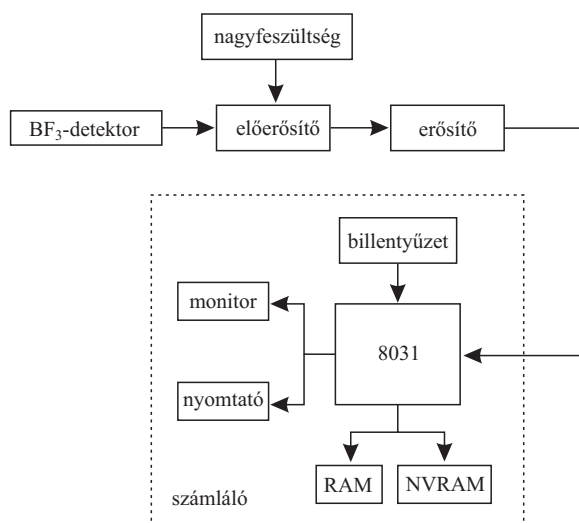
Elmélet

A sugárzás detektálására és mérésére kifejlesztett eszköznek két része van. Az érzékelő egység a sugárzás energiáját elektromos jellé alakítja. Az elektromos jel vagy egyenesen a kijelzőhöz kerül, vagy előbb erősítésre van szükség.

Csikai Gyulának ajánlva, 75-ik születésnapjára. Fordította: Tóth Eszter.



1. ábra. Neutron-visszaszórásos eljárás a hidrogéntartalom meghatározásához



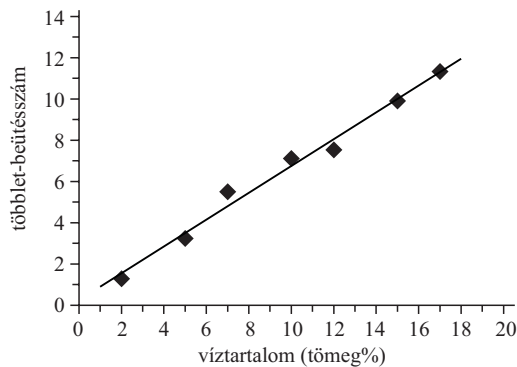
2. ábra. A kifejlesztett elektronikai rendszer vázlata

Az észlelő egységeket az ionok begyűjtése szempontjából két csoportra bonthatjuk. Egyrészt azok az észlelők, amelyek működése az összegyűjtött ionok mennyiségén múlik, másrészt, amelyek működése független az ionok mennyiségétől. Az első csoportba tartoznak például az ionizációs kamrák, a proporcionális számlálók vagy a Geiger-számláló, míg a fotografikus eljárások, a ködkamra vagy a szcintillációs számlálók a második csoportba.

Jelen munkában a nagyobb minták hidrogéntartalmának meghatározásához 3 mCi aktivitású Am-Be-neutronforrást használtunk egy BF₃-detektorcsővel. A neutronreflexiót alkalmazó módszer vázlatát az 1. ábrán mutatjuk be.

A kifejlesztett elektronikai rendszer egy nagyfeszültségű részből, egy erősítőből és a BF₃-detektorhoz kapcsolt számlálóegységből áll (2. ábra).

A megépített nagyfeszültségű tápegység 0 és 2000 V között változtatható egyenfeszültséget szolgáltat, amelyet egy durva és egy finom beállítással lehet szabályozni. A maximum 5 V amplitúdójú jelet szolgáltató erősítővel hajtjuk meg a számlálóegységet. A számlálóegység lelke,



3. ábra. Összefüggés a többlet-beütésszám és a víztartalom között

1. táblázat

Neutron-visszaszórásos eljárással mért víztartalom különböző lisztfajtákban	
típus	víztartalom (tömeg%)
cassavaliszt (Trade Mark)	7,24
cassavaliszt (New Grade)	4,99
kukoricaliszt (Sopon)	3,72
kukoricaliszt (Trade Mark)	7,24
rizsliszt (Trade Mark)	4,32
rizsliszt (New Grade)	8,05
botrizliszt (Erawan Brand)	5,22
botrizliszt (New Grade)	4,50
kenyérliszt (O Lene)	7,18
kenyérliszt (White Swan)	5,71

az MCS-51 (8031) mikrokontroller, automatikusan működik. A számlálási időintervallum 1 másodperctől 99 óra 59 perc 59 másodpercig állítható be, s a számlálási periódus 99-szer ismételtető. A rendszert frekvenciagenerátor segítségével teszteltük, azt találtuk, hogy 0–200 kHz tartományban 0,02% hibával képes mérni. Az eredményeket azonnal ki lehet nyomtatni.

Kalibrációs eljárás

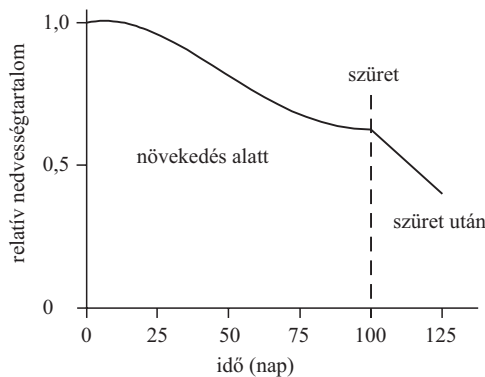
A kifejlesztett rendszert először egy Thaiföldön elterjedt liszt nedvességtartalmának meghatározására használtuk. A lisztet megfelelő kályhában kiszárítottuk, majd ismert mennyiségű vizet adtunk hozzá. A víztartalom és a többlet-beütésszám között tapasztalt összefüggés adja meg a kalibrációs görbét a következő egyenlettel, ugyanezt bemutatjuk a 3. ábrán is:

$$\eta = 0,242 + 0,6501 \cdot \text{tömeg\%}. \quad (1)$$

Kifejlesztett rendszerünkkel ezt követően valódi lisztek nedvességtartalmát mértük. Öt lisztfajtát választottunk a tanulmányhoz: cassava-, kukorica-, rizs-, botrizs- és kenyérlisztet. Minden fajtából két különböző termelőtől vettük a mintát, eredményeink az 1. táblázatban láthatóak. Azt találtuk, hogy a neutron-visszaszórásos eljárással mért víztartalom jól egyezik a hagyományos, tömegméréssel kapott víztartalommal.



4. ábra. Tipikus thaiföldi durián



5. ábra. A durián nedvességtartalma a virágzás után

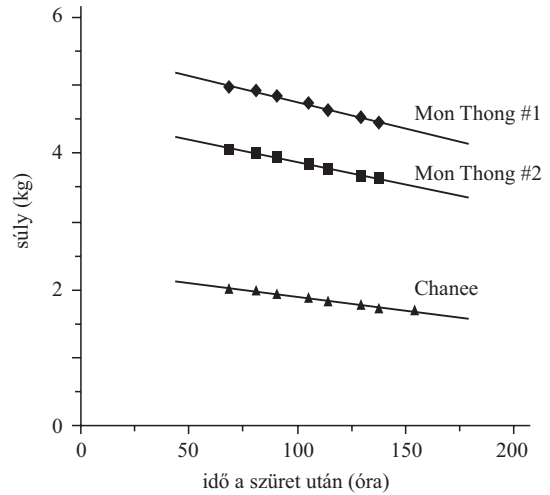
A kifejlesztett rendszer alkalmazásai

Víztartalom a duriánban szüretelés után

A durián a dél-ázsiai országok, mint Indonézia, Malajzia és Thaiföld egyik legfőbb exportálandó gyümölcse. Thaiföld például 800 millió bath¹ éves bevételre tesz szert a friss durián eladásából. Közel 100 fajtája ismert ezen a vidéken, bár közülük csak néhányat termesztnek. Thaiföldön a népszerű fajták a Kop, a Chanee, a Kan Yao és a Mon Thong. Ezek a gyümölcsök² gömbölydedek vagy ovális alakúak, csonthéjuk zöldes, barnás-zöldes, húruk aranyárga, puha és édes (4. ábra). A durián minősége nagymértékben függ nedvességtartalmától, amely akkor jó, ha a gyümölcs ehető húzában 64% körüli [4]. Azt szokták mondani, hogy a gyümölcs nedvességtartalma a durián növekedése során is, majd a szüret után végig csökken, olyan módon, ahogyan azt a 5. ábra mutatja. Noha

¹ 1 thai bath \approx 4,78 forint, 800 millió thai bath \approx 3,8 milliárd forint

² A durián gyümölcs hazánkban erős illatáról híresült el. Ez a szag valóban kellemetlenné válik, ha a durián már túlrett vagy erjedésnek indul. A rendkívül finom durián többek között azért a legdrágább gyümölcsök egyike, mert igen rövid ideig, csupán néhány napig fogyasztható (a fordító megjegyzése).



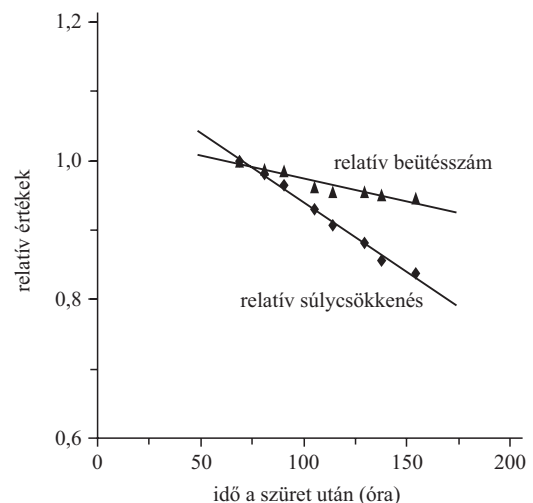
6. ábra. A három különböző méretű duriánfajta súlycsökkenése a szüret után eltelt idő függvényében

a duriánt évtizedek óta exportáljuk, standard minőségvizsgálatot eddig nem dolgoztunk ki. A régi, hagyományos eljárás az volt, hogy a szürettel a virágzás után 95–120 napot kell várni – a fajtától, a földrajzi helytől függően. A szüret után a hőmérséklettől és a levegő páratartalmától függően 7–14 nap elteltével lehet a duriánt a piacra vinni. Volt olyan eljárás is, hogy a héját ütögetve a hangjára kell figyelni, érett-e már, vagy illatáról lehet ugyanezt eldönteni. Az általunk kifejlesztett módszerrel a durián nedvességtartalmát határoztuk meg.

Három különböző méretű duriánfajtát vizsgáltunk. A 6. ábrán bemutatjuk, hogyan csökken súlyuk a szüret után. Azt állíthatjuk, hogy a szüretet követő 5.–7. napokon a durián súlya lineárisan csökken. A súlycsökkenés a környezet hőmérsékletétől és páratartalmától függően körülbelül 10–15%.

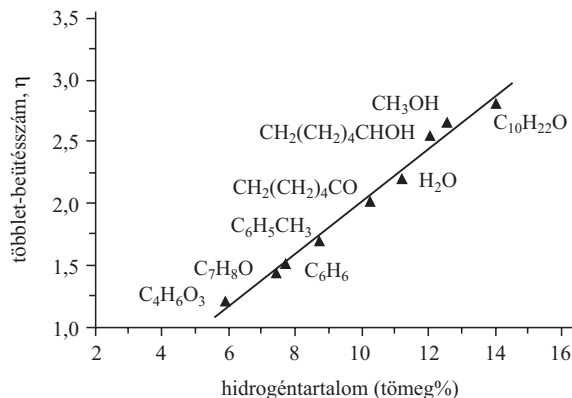
A relatív beütésszám a szüretet követő időben lineárisan csökkent (7. ábra). Mind a relatív beütésszám, mind a súlycsökkenés időbeli változása hasonlóan alakult (igaz, a súlycsökkenés meredekebben). Ezt az jelzi, hogy a termikus neutronok száma csökken a nedvességtartalom csökkenésével.

7. ábra. A súlycsökkenés és a többlet-beütésszám időfüggése a szüret után

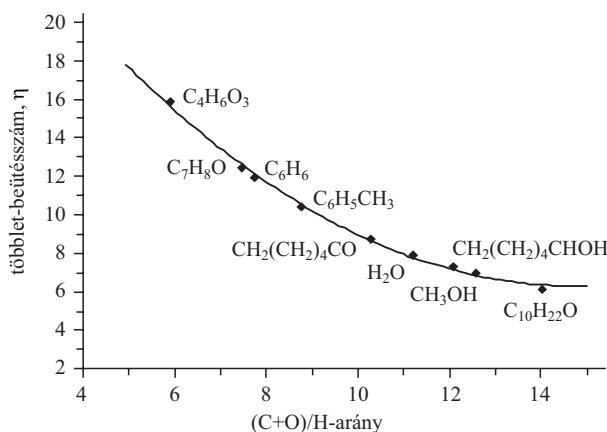


Különböző üzemanyagok hidrogéntartalma és bennük a (C+O)/H-arány

típus, gyártó	hidrogéntartalom (tömeg%)	(C+O)/H-arány
benzin 91 (CALTEX)	15,76±0,07	5,09±0,07
benzin 91 (ESSO)	15,05±0,02	5,44±0,02
benzin 91 (JET)	15,11±0,07	5,40±0,04
benzin 91 (PTT)	15,50±0,12	5,18±0,07
benzin 91 (SHELL)	15,64±0,10	5,10±0,06
benzin 95 (CALTEX)	14,21±0,12	5,94±0,07
benzin 95 (ESSO)	14,94±0,19	5,50±0,12
benzin 95 (JET)	14,72±0,10	5,63±0,06
benzin 95 (PTT)	14,16±0,10	5,97±0,06
benzin 95 (SHELL)	14,11±0,11	6,00±0,06
dízelolaj (CALTEX)	15,13±0,12	5,45±0,03
dízelolaj (ESSO)	15,11±0,06	5,40±0,03
dízelolaj (JET)	15,37±0,21	5,25±0,12
dízelolaj (PTT)	15,13±0,08	5,39±0,05
dízelolaj (SHELL)	15,09±0,08	5,42±0,05



8. ábra. Kalibrációs görbe a hidrogéntartalomhoz



9. ábra. Kalibrációs görbe a (C+O)/H-arányhoz

A hidrogéntartalom és a (C+O)/H-arány meghatározása üzemanyagmintákban

Különböző, nagy térfogatú anyagminták hidrogéntartalmát lehet meghatározni a gyors és roncsolásmentes neutronfizikai eljárásokkal [5–7]. Az eljárás során a termikus neutronfluxus okozta többlet-beütésszámot hasonlítjuk össze a vizsgált anyag jelenlétében, illetve nélküle.

Olyan folyékony szénhidrogéneket használtunk a kalibrációhoz, amelyekben a hidrogén- és széntartalom, valamint a (C+O)/H-arány ismert volt. A kalibrációs görbék a hidrogéntartalom és a (C+O)/H-arány esetére a 8. és 9. ábrán láthatóak. A mért többlet-beütésszám (η) függése a hidrogéntartalomtól a következő függvényvel írható le:

$$\eta = -0,1272 + 0,2139 \cdot \text{tömeg\%}. \quad (2)$$

Ugyanakkor a mért többlet-beütésszám (η) a (C+O)/H-arány másodfokú függvénye:

$$\eta = 32433 - 3,5614 \left(\frac{C+O}{H} \right) + 0,1214 \left(\frac{C+O}{H} \right)^2. \quad (3)$$

Három üzemanyagfajtát vizsgáltunk: 91 és 95 oktánszámú benzint, valamint dízelolajat. Öt különböző kereskedőtől szereztük be a mintákat. Az elemzések eredményét a 2. táblázat mutatja. Látható, hogy a hidrogéntartalom 14,1 és 15,7 tömeg% között változik, a (C+O)/H-arány pedig 4,9 és 6,0 között. A méréseket többször megisméltük. Úgy találtuk, hogy az eredmények standard hibája nem haladta meg a 0,2 értéket.

Következtetés

Úgy ítéljük meg, hogy a most kifejlesztett elektronikus mérőrendszer jól használható és lényegesen olcsóbb, mint a külföldről behozhatók. Ezen túlmenően e rendszer alkalmazható más munkákban is.

Irodalom

- J.L. DUGGAN: *Laboratory Investigations in nuclear science* – TENN-ELEC, Oak Ridge, TN USA, 1998.
- E. DE SILVA: *Durian Leads Way as Exports Surge* – Bangkok Post 1996. augusztus 19.
- E. DE SILVA: *Good Longan Crop Helps Fruit Exports Grow 60%* – Bangkok Post 1997. január 21.
- Durian Online (DOL), Durian, durian@ecst.csuchico.edu
- M. BUCZKÓ, Z. DEZSŐ, J. CSIKAI – J. Radioanal. Chem. 25 (1975) 179
- S.M. AL-JOBORI, S. SZEGEDI, M. BUCZKÓ – Radiochem. Radioanal. Lett. 33 (1978) 133
- S. SZEGEDI, Z. DEZSŐ – Radiochem. Radioanal. Lett. 52 (1982) 343

Szerkesztőség: 1027 Budapest, II. Fő utca 68. Eötvös Loránd Fizikai Társulat. Telefon/fax: (1) 201-8682

A Társulat Internet honlapja <http://www.elft.hu>, e-postacíme: mail.elft@mtsz.hu

Kiadja az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, felelős: Berényi Dénes főszerkesztő.

Kéziratokat nem őrünk meg és nem küldünk vissza. A szerzőknek tiszteletpéldányt küldünk.

Nyomdai előkészítés: Kármán Tamás, nyomdai munkálatok: OOK-PRESS Kft., felelős vezető: Szathmáry Attila ügyvezető igazgató.

Terjeszti az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, előfizethető a Társulathoz vagy postautalványon a 10200830-32310274-00000000 számú egyszámlán.

Megjelenik havonta, egyes szám ára: 600.- Ft + postaköltség.

HU ISSN 0015-3257