

UNDELE ELECTROMAGNETICE – PUNCTE DE VEDERE ALE STUDENȚILOR CU PREGĂTIRE MEDICALĂ SAU INGINEREASCĂ

ELECTROMAGNETIC WAVES - VIEWPOINTS OF STUDENTS WITH MEDICAL TRAINING OR ENGINEERING

Andreea Jufă¹, Alina Pascu¹, Laura Floroian², Gilvanda Nunes³, Mihaela Badea¹

¹Facultatea de Medicină, Universitatea Transilvania din Brașov

²Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor, Universitatea „Transilvania” din Brașov

³Laboratory of NARP (Núcleo de Análise de Resíduos de Pesticidas), Federal University of Maranhão, São Luis, MA, Brazil

Autor corespondent: **Mihaela Badea**, mihaela.badea@unitbv.ro

Abstract:

Since decades people have tried to make life easier. Because of this, nowadays we are surrounded by new technologies and many of these are using microwaves. Microwaves are electromagnetic waves with frequencies between 300 MHz-300 GHz and their wavelengths are from 1 meter to 0.1 centimetres.

This widespread form of energy is used in many fields, like communication (cell phones), agricultural-forestry related industries, TV broadcasting via satellites, thermal heating (microwave oven), RADAR systems, and medicine. In medicine, microwaves are used both as diagnostic application (tumour, stroke detection) and therapeutic application (ablation of tumours, treatment for axillary hyperhidrosis, microbial decontamination).

During last years, there has been increasing public concern on the potential health risks of this nonionizing radiation. Because of these aspects, the aim of this paper is to study the level of knowledge and the general opinion about microwaves and to examine the most used source of information - online media.

Key-words: *microwave, health, electromagnetic radiation*

Introducere

Aparatele radio, televizoarele, sistemele RADAR, cuptoarele cu microunde, lămpile de căldură sau cele de bronzat, toate acestea au în comun faptul că utilizează unde electromagnetice. Datorită acestor aplicații se poate deduce faptul că undele electromagnetice ocupă un loc important atât în viața de zi cu zi, cât și în tehnologia societății din zilele noastre. Aceste unde sunt implicate și în multe procese naturale, fiind indispensabile vieții [24].

Așa cum însuși numele sugerează, undele electromagnetice implică deopotrivă electricitatea și magnetismul, legătura dintre cele două fiind descoperită de fizicianul scoțian James Clerk Maxwell în sec IX. Astfel, cele două câmpuri care oscilează împreună (se generează reciproc) formează o undă ce se poate propaga în mediu, unda electromagnetică. Variația câmpului electric produce câmpul magnetic căruia îi transferă concomitent și energia. Mai departe, energia câmpului magnetic va genera un câmp electric care va

prelua această energie. Astfel, energia inițială se transformă alternativ și continuu dintr-o formă în alta (din energie magnetică în electrică și invers), acest proces repetitiv ducând la propagarea acestei perechi de câmpuri. Trebuie menționat că în acest proces există și pierderi de energie [11].

Microundele sunt unde electromagnetice care au lungimea de undă comparabilă cu dimensiunile spațiului de propagare. Banda microundelor se întinde de la limita superioară a undelor radio la limita inferioară a razelor infraroșii, aproximativ de la 300 MHz (0,3 GHz) la 300 GHz. Lungimea lor de undă variază de la 1 metru la 1 milimetru [10].

Prefixul “micro” indică faptul că microundele sunt unde “mici” comparativ cu undele folosite uzual în radiodifuziune, acestea având lungimea de undă mai mică.

Radio Society of Great Britain (RSGB) împarte spectrul microundelor în mai multe benzi, în funcție de frecvență: banda L (1-2 GHz), banda S (2-4 GHz), banda C (4-8 GHz),

banda X (8-12 GHz), banda Ku (12-18 GHz), banda K (18-26,5 GHz), banda Ka (26,5-40 GHz), banda Q (33-50 GHz), banda U (40-60 GHz), banda V (50-75 GHz), banda W (90-140 GHz) și banda D (110-170 GHz).

Microundele pot trece prin materiale precum sticla, hârtia, plasticul și ceramica, sunt absorbite de alimente și apă, dar sunt reflectate de metale. [1]

Domeniile aplicațiilor uzuale ale acestei forme de energie electromagnetică sunt: comunicații (rețelele de telefonie mobilă, televiziunea prin satelit, rețelele de Internet), navigație (sistemul GNSS – Global Navigation Satellite Systems, sistemul GPS – the American Global Positioning System și sistemul rusesc GLONASS), RADAR (controlul traficului aerian, prognoza meteo, navigația vaselor maritime, detecția vitezei de circulație), astronomie (cartografierea suprafețelor diferitelor planete, determinarea distanțelor dintre planete), aplicații termice (cuptorul cu microunde), spectroscopie, aplicații diagnostice și terapeutice în medicină [14]. În medicină, câteva aplicații ale microundelor sunt: ablația tumorală [5, 15, 26], imagistică medicală (detecție tumorală, detecția AVC ischemice sau hemoragice, imagistică cardiacă, osoasă etc.) [7], detecția refluxului vezicoureteral [3], măsurarea continuă a glicemiei [8], sinteza unor noi medicamente tuberculostatice [12], decontaminarea microbiană a alimentelor [13], tratamentul hiperhidrozei axilare [16], detecția toxinelor A și B ale *Clostridium difficile* [21] etc.

Cuptorul cu microunde este una din cele mai cunoscute aplicații ale acestei forme de radiație electromagnetică. Cuptoarele trimit microunde (de obicei cu o frecvență de 2,450 MHz și $\lambda=0.122$ m) în interiorul alimentelor, iar acestea penetrează produsele respective și cresc temperatura moleculelor acestora [25].

Deoarece în literatura de specialitate apar concepții diferite privitoare la microunde [2, 4, 6] și există opinii divergente în rândul populației privind această formă de radiație electromagnetică, prezenta lucrare prezintă informațiile deținute de studenți din Universitatea Transilvania din Brașov (UTBv) referitoare la microunde și la efectele acestora asupra sistemelor biologice.

Sunt indicate și informații desprinse din analiza media online, care apare ca principală

sursă de informare a tinerilor [20, 22].

Obiectivele studiului

Prezentul studiu a avut ca obiective verificarea nivelului de cunoștințe ale loturilor de studiu privind microundele, evaluarea opiniei referitoare la impactul pozitiv/negativ al microundelor asupra biosistemelor, identificarea surselor de informare ale subiecților chestionați privind domeniul microundelor.

Metodologie

S-au utilizat două loturi de studiu a câte 100 persoane.

- Lot 1 – studenți în anul I ai Facultății de Medicină, UTBv
- Lot 2 – studenți în anul I ai Facultății de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor (IESC), UTBv

Cele două loturi au avut vârste apropiate (cuprinse în intervalul 18-30 ani).

Chestionarul administrat a cuprins un număr de 39 de întrebări. Întrebările au fost atât cu răspuns deschis, cât și închis (de tip dihotomic și cu alegere multiplă).

Rezultatele obținute (prin notarea răspunsurilor codificate) s-au sistematizat într-o bază de date în Excel. Datele s-au raportat sub formă de grafice și tabele, evidențiind semnificația statistică a diferențelor dintre răspunsurile grupurilor (folosind facilitățile programului SPSS).

Rezultate și discuții

În Figura 1 este reprezentată repartiția pe gen a studenților chestionați.

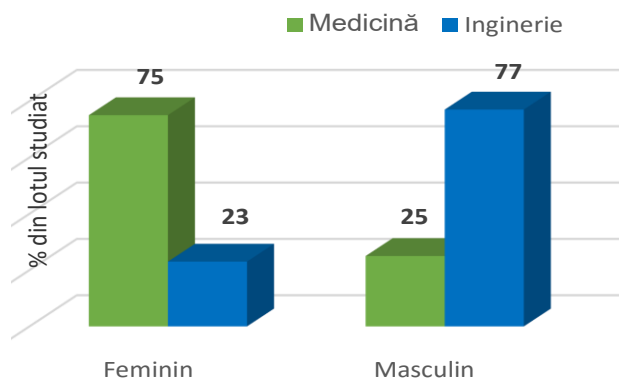


Fig. 1 – Distribuția subiecților în funcție de gen

Se observă că în cazul studenților Facultății de Medicină predomină genul feminin (75%), în timp ce Facultatea IESC este reprezentată preponderant de studenți aparținând genului masculin (77%).

Majoritatea studenților chestionați provin din mediul urban (79% dintre studenții Facultății de Medicină și 80% dintre studenții Facultății de Inginerie), lucru evidențiat în Figura 2.

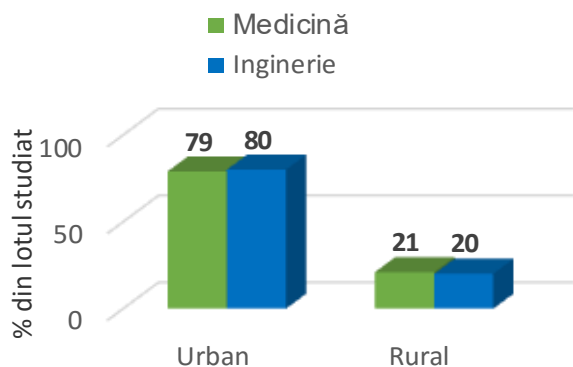


Fig. 2 Distribuția subiecților chestionați în funcție de mediul din care provin

În urma repartiției studenților în funcție de procentul celor care dețin un cuptor cu microunde (figura 3) se remarcă faptul că mai mult de trei sferturi dintre cei chestionați dețin un cuptor cu microunde, deci răspunsurile indicate la întrebări folosesc și experiența lor personală.

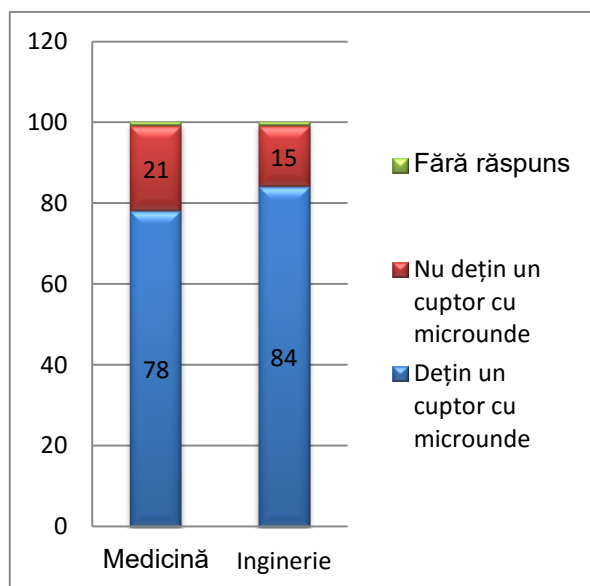


Fig. 3 Distribuția studenților în funcție de

posesia unui cuptor cu microunde

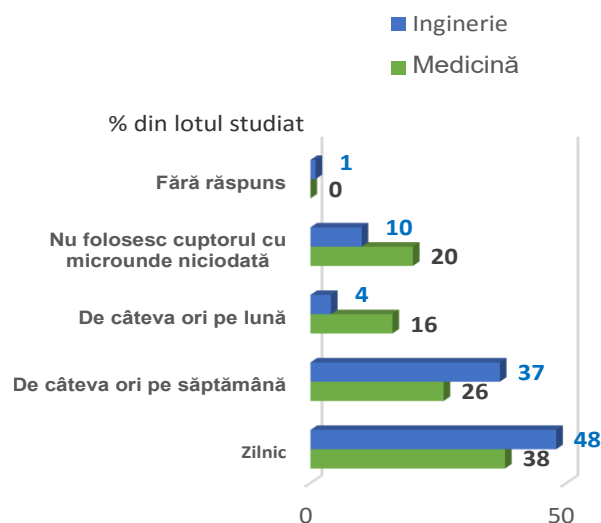


Fig. 4 Distribuția răspunsurilor studenților referitoare la frecvența utilizării cuptorului cu microunde

S-a observat (Figura 4) că studenții Facultății IESC utilizează mai des cuptorul cu microunde decât cei ai Facultății de Medicină. Astfel, 48% (38%-Medicină) afirmă că îl folosesc zilnic, 37% (26%-Medicină) de câteva ori pe săptămână, 4% (16%-Medicină) de câteva ori pe lună, iar 10% (20%-Medicină) nu îl folosesc niciodată.

Loturile de studiu au fost chestionate privind definirea microundelor (Figura 5).

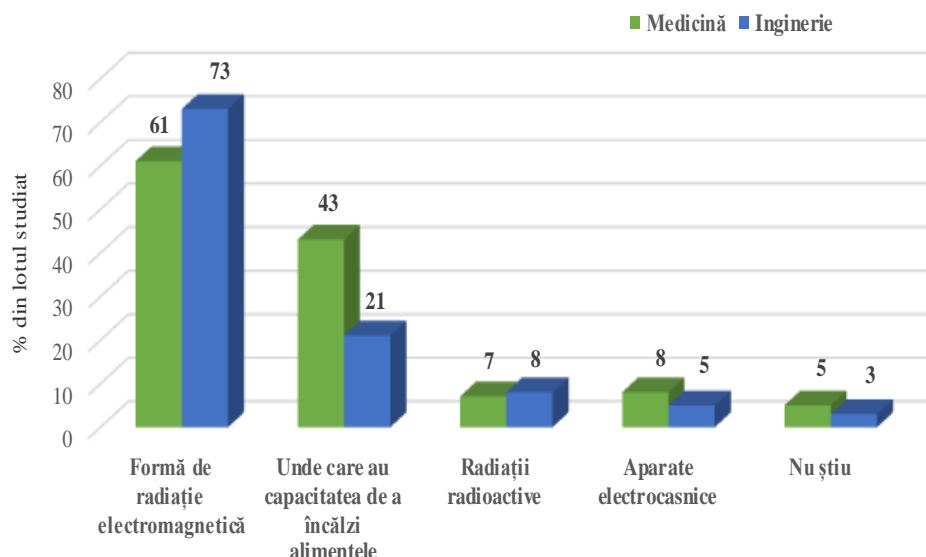


Fig. 5 Distribuția studenților în funcție de definiția microundelor

Se poate observa în Figura 5 că cei mai mulți dintre studenți consideră microundele o formă de radiație electromagnetică – definiția corectă conform literaturii de specialitate [10] (61%-Medicină, 73%-Inginerie), însă există un număr considerabil de persoane care cred că microundele sunt unde care au capacitatea de a încălzi alimentele, fiind radiații radioactive sau

emise de aparate electrocasnice. 5% dintre subiecții medici și 3% dintre cei de la Inginerie nu cunosc definiția microundelor. Se remarcă totuși că nu există diferențe semnificative statistic între cele două loturi decât în cazul variantei 2 ($p=0.001$), pentru răspunsul “unde care au capacitatea de a încălzi alimentele”.

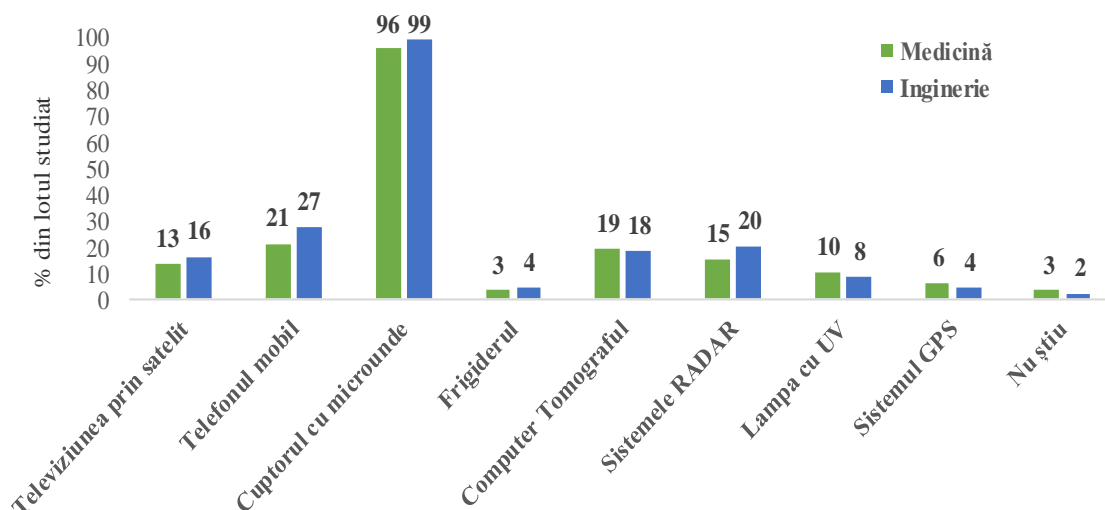


Fig. 6 Distribuția studenților în funcție de opinia acestora privind aplicațiile ce utilizează microundele

Figura 6 relevă faptul că majoritatea studenților asociază microundele cu cea mai cunoscută aplicație a lor – cuptorul cu microunde (96%-Medicină, 99%-Inginerie). Un număr mult mai mic al acestora cunosc și alte aplicații corecte (conform literaturii de specialitate) ale acestei forme de radiație electromagnetice precum televiziunea prin

satelit, telefonia mobilă, sistemele RADAR, sistemele GPS [14]. Există și subiecți care asociază microunde cu aplicații ale altor forme de energie electromagnetică precum computer tomograful, frigiderul sau lampa cu ultraviolete. Nici în acest caz nu există diferențe semnificative statistic ($p>0.05$) între cele două grupuri.

Două dintre întrebările adresate loturilor chestionate au făcut referiri la efectele benefice (Figura 7) și adverse (Figura 8) ale microundelor.

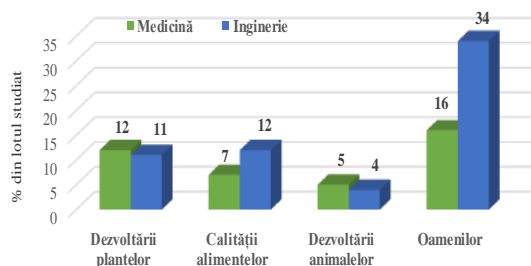


Fig. 7 Distribuția studenților care consideră microundele folositoare

Figura 7 relevă faptul că doar 16% dintre studenții de la Medicină și 34% dintre cei de la Inginerie consideră microundele folositoare oamenilor ($p=0.005$). Procente și mai scăzute

consideră că microundele sunt benefice plantelor, alimentelor sau animalelor.

Studii analizate descriu beneficiile aduse de microunde alimentelor (prin eliminarea agenților patogeni din alimente, păstrarea însușirilor organoleptice ale acestora și datorită timpului redus de preparare) [9, 13]. Alt studiu [6] demonstrează beneficiul adus de microunde prin creșterea cantității de compuși polifenolcarboxilici cu acțiune benefică asupra organismului (acid cafeic, acid rozmarinic, apigenina, luteolina și naringenina) comparativ cu metodele clasice de extracție și prin creșterea activității antioxidante. S-a observat de asemenea că plantele iradiate cu microunde sunt mai viguroase, mai verzi și înfloresc mai repede comparativ cu plantele de referință.

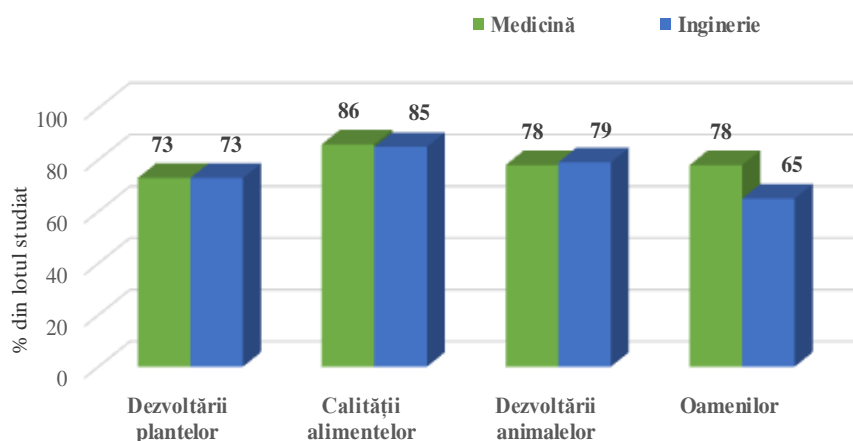


Fig. 8 Distribuția studenților care consideră microundele dăunătoare

În figura 8 se poate observa că cele mai multe persoane consideră microundele dăunătoare atât oamenilor ($p=0.008$), cât și plantelor, alimentelor sau animalelor ($p>0.05$).

În literatura de specialitate există numeroase studii ce analizează efectul microundelor asupra sistemelor biologice. Câteva studii reprezentative au fost extrase și analizate. S-au găsit astfel informații legate atât de efectele termice, cât și de efectele nontermice ale acestei forme de radiație electromagnetică. Un studiu realizat în 2015 conectează microundele cu apoptoza celulelor spermatiche [23]. Există date și despre efectele nontermice și

leziunile cauzate de microunde ochilor [4]. Alte studii concluzionează că utilizarea telefonului mobil poate fi implicată în apariția tumorilor craniene (în special a gliomelor), însă mai sunt necesare cercetări suplimentare referitoare la efectele acțiunii pe termen lung ale microundelor [2, 14]. Neurotrauma indusă de acest tip de radiații este susținută și de alte studii care afirmă faptul că hipocampusul este structura cea mai sensibilă, însă deoarece efectele microundelor asupra sistemului nervos sunt neclare, mai sunt necesare și alte studii [19, 27].

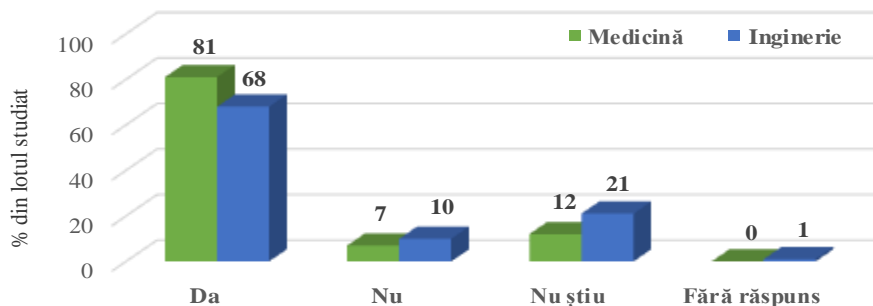


Figura 9. Distribuția subiecților care consideră că sănătatea este afectată de către cuptorul cu microunde

Analizând figura 9 se poate observa că cei mai mulți dintre studenți (81%-Medicină, 68%-Inginerie) consideră că sănătatea este influențată în mod negativ de către cuptorul cu microunde. Radiația emisă în exterior de către cuptorul cu microunde se suprapune microundelor emise și de alte aplicații precum telefonul mobil, aparatura Wi-fi și altele, producând organismelor efectele menționate mai sus.

Analizând răspunsurile loturilor de studiu, s-a observat că cei mai mulți dintre studenți nu doar consideră cuptorul cu microunde dăunător, ci cred și că alimentele preparate cu ajutorul lui afectează sănătatea, majoritatea neștiind însă în ce mod se întâmplă acest lucru. O parte din studenți își motivează alegerea afirmând că alimentele preparate astfel conțin radiații, sunt

cancerigene, proteinele sunt denaturate și alimentele își pierd calitatea. Literatura de specialitate dezmente aceste afirmații, întrucât există dovezi despre proprietățile organoleptice ale alimentelor preparate cu ajutorul microundelor asemănătoare altor alimente găsite prin alte metode [9]. De asemenea, aceste preparate sunt sigure și din punct de vedere bacteriologic și conțin cantități mai mari de substanțe cu rol protector, antioxidant [6, 13]. Un procent foarte mare de persoane a indicat însă că nu cunosc modalitatea/explicația acțiunii negative a cuptorului cu microunde și a alimentelor preparate cu acesta, motiv pentru care o acțiune de informare realizată de specialiști (specialiști în gastronomie și medici) ar fi binevenită.

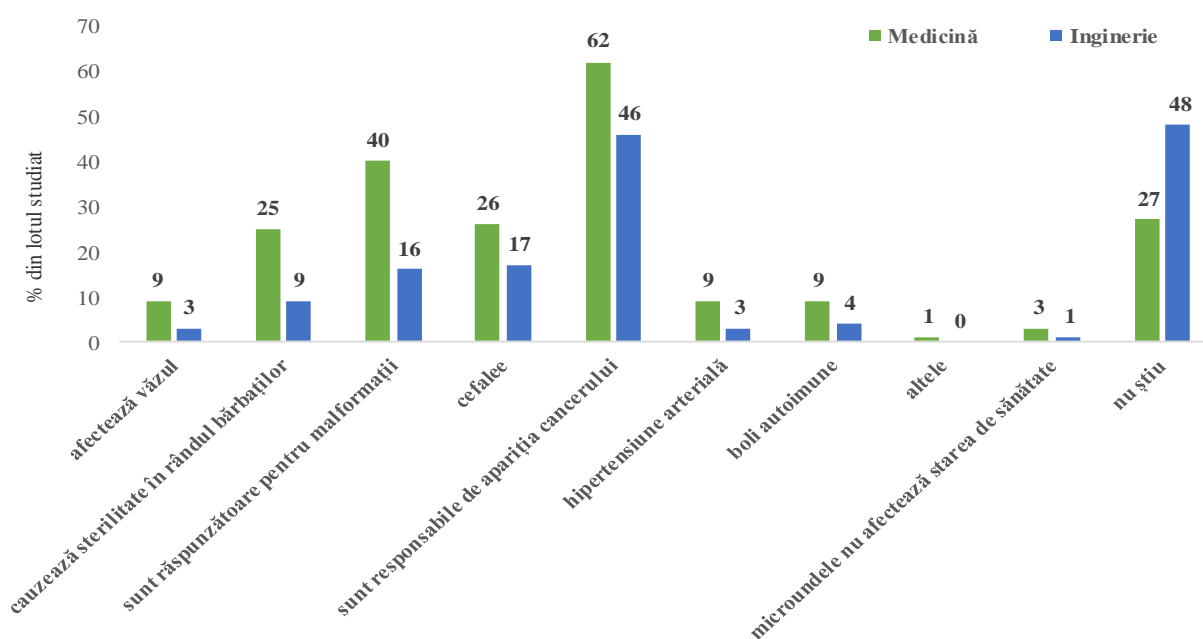


Figura 10 Distribuția studenților în funcție de opinia acestora privind efectele dăunătoare ale microundelor asupra sănătății

Se poate observa în figura 10 că cele mai multe persoane consideră microundele responsabile de apariția cancerului (62%-Medicină, 46%-Inginerie; $p < 0.05$), asociindu-le

apoi cu apariția malformațiilor ($p < 0.001$), sterilității în rândul persoanelor de gen masculin ($p < 0.005$), cefaleei ($p > 0.05$), etc. Rezultatele se suprapun oarecum peste cele din literatura de specialitate, întrucât există date despre efectele dăunătoare ale microundelor asupra celulelor

spermatice, ochilor, sistemului nervos central [2, 4, 19, 23]. Sunt mulți (27% - Medicină, 42% - Inginerie) cei care au indicat că nu știu exact care sunt efectele dăunătoare ale microundelor asupra sănătății.

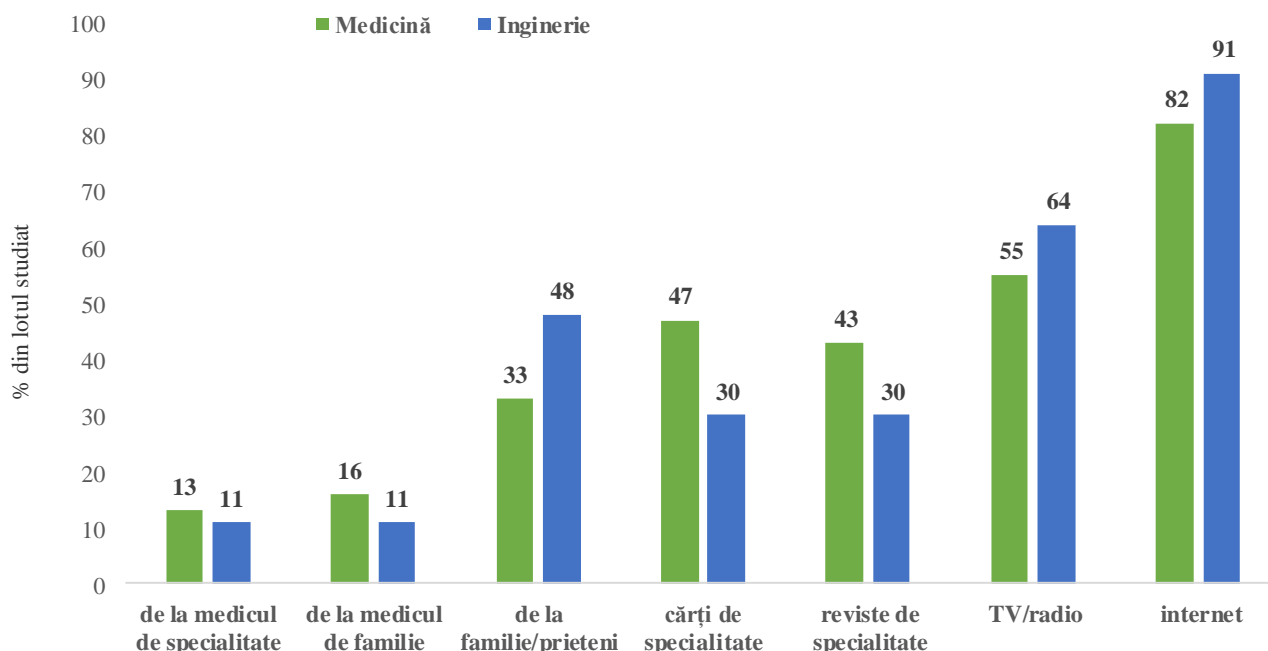


Fig. 11 Repartiția studenților în funcție de sursa acestora de informare privind microundele

Figura 11 indică faptul că Internetul este cea mai utilizată sursă de informare privind microundele, 82% dintre studenții Facultății de Medicină și 91% dintre cei de la Facultatea IESC considerând acest lucru ($p > 0.05$). S-a remarcat existența unor diferențe cu semnificație statistică între răspunsurile indicate de cele două grupuri de studiu privind folosirea pentru documentarea privind acest subiect a cărților ($p < 0.005$) și a revistelor ($p < 0.05$) de specialitate.

Analiza mediei online

3.1. Scopul analizei

Observându-se (din studiul anterior de tip chestionar) că media online este indicată ca varianta cea mai utilizată de loturile chestionate pentru documentarea privind microundele, s-a realizat un studiu care să indice tipul de informații ce pot fi oferite de articolele prezente online la un moment dat.

3.2. Metodologia de lucru

Au fost incluse în studiu primele 50 de

pagini web afișate după căutarea pe Google a cuvintelor cheie “microunde” și “sănătate” (data căutării – 09.10.2015).

Au fost analizate titlurile articolelor, conținutul lor, imaginile incluse și autorii.

3.3. Rezultate și discuții

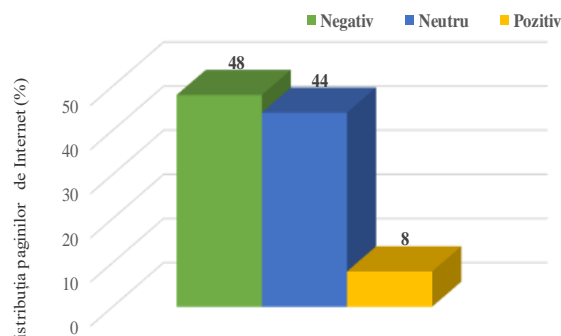


Fig. 12 Distribuția articolelor în funcție de titlul acestora

Se poate observa în figura 12 că cele mai multe dintre articole (48%) blamează microundele încă din titlu, 44% având un titlu neutru și doar 8% descriind în titlu influența pozitivă a acestei forme de radiație

electromagnetică. Exemple de titluri cu o conotație negativă sunt: „Pericolul din bucătărie – cuptorul cu microunde!!!”, „Cuptorul cu microunde, „bucătarul” care ne distruge sănătatea”, „Cuptorul cu microunde, un pericol pentru sănătate. Ce boală poți să faci de la mâncarea reîncălzită”, „Cuptorul cu microunde: dușmanul din casa ta”. Titluri neutre ale articolelor analizate sunt: „Mit și adevăr despre efectele cuptorului cu microunde asupra alimentelor”, „Folosiți un cuptor cu microunde? Ce trebuie să știți despre radiațiile emise”, „Cuptorul cu microunde”. Puținele articole care descriu beneficiile aduse de microunde încă de la început au titluri precum: „A mai căzut un mit: microundele ucigașe”, „Întrebuințări inedite ale cuptorului cu microunde: de la spălătul șosetelor la înlăturarea gumei de mestecat de pe haine”, „Cuptoarele cu microunde nu dăunează sănătății”.

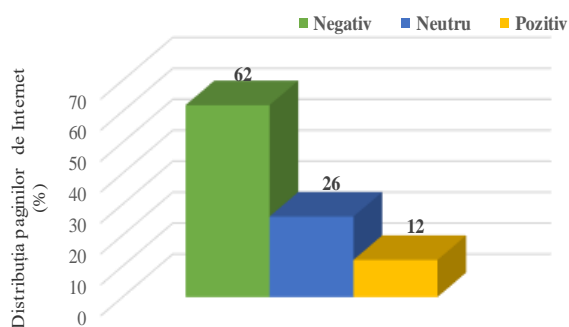


Fig. 13 Distribuția articolelor în funcție de conținutul acestora

Figura 13 relevă faptul că cele mai multe dintre articolele analizate (62%) descriu microundele și influența negativă a acestora pe parcursul articolului, doar 12% menționând beneficiile aduse de acestea.

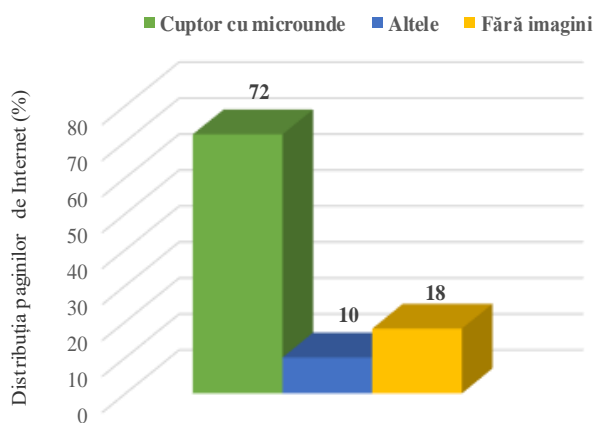


Figura 14 Distribuția articolelor în funcție de imaginile folosite

Analizând figura 14 se observă că majoritatea articolelor (72%) includ imagini cu cea mai cunoscută aplicație a microundelor – cuptorul cu microunde, doar 10% folosind și alte imagini (ale alimentelor, diverselor plante etc.), în timp ce 18% dintre articole nu au incluse nicio imagine.

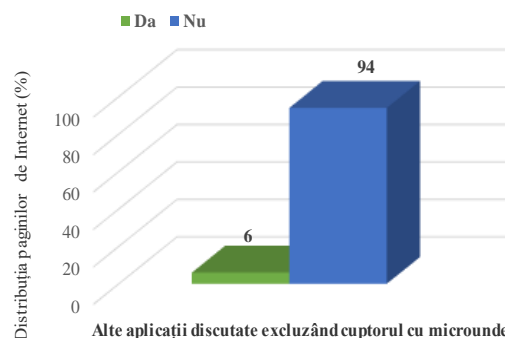


Fig. 15. Distribuția articolelor în funcție de includerea și a altor aplicații excluzând cuptorul cu microunde

În figura 15 se poate observa că majoritatea articolelor (94%) nu descriu și alte aplicații ale acestei forme de radiație electromagnetică, decât aplicația cea mai cunoscută – cuptorul cu microunde. Doar 6% dintre articole menționează și despre aparatele wi-fi, telefonie mobilă, sistemele RADAR și GPS.

Un aspect important al analizei a fost studierea autorului articolului (Figura 16).

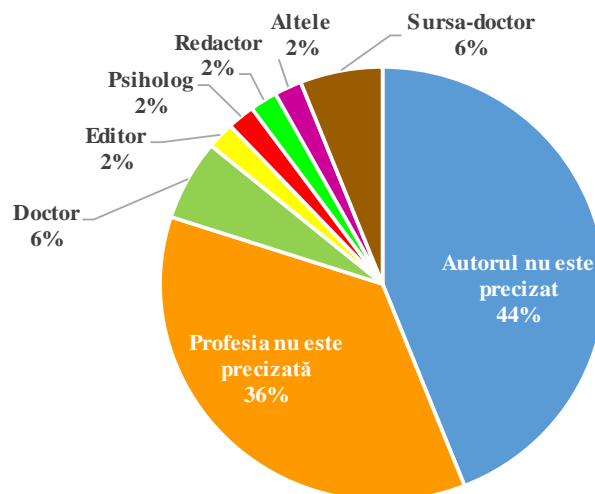


Fig. 16. Distribuția articolelor în funcție de profesia autorului

Analizând Fig. 16 s-a observat că doar 56% dintre articole au autorul precizat, 36% nu menționează și profesia acestuia, iar dintre autorii cunoscuți doar 6% fiind doctori, 6% au sursa-doctor, 2% sunt editori, 2% sunt psihologi, 2% sunt redactori, 2% fiind lectori ai Facultății de Educație Fizică și Sport și consultanți în nutriție.

Concluzii

Studiile realizate au indicat importanța mediatizării subiectului microundelor în rândul tinerilor studenți deoarece

- Între cele două loturi de studiu (studenți de la Facultatea de Medicină și respectiv Facultatea IESC) nu există diferențe semnificative statistic ale nivelului de cunoștințe despre microunde pentru multe dintre întrebările adresate, studenții din ambele loturi fiind la fel de informați/neinformați. Sunt de remarcat unele aspecte cunoscute insuficient (nu au ales răspunsurile corecte sau nu au știut să aleagă justificat) privind efectele produse de aceste radiații asupra biosistemelor și deci necesitatea informării acestora cu informații clare și cu grad științific de justificare a răspunsurilor corecte.
- Majoritatea subiecților consideră că microundele au impact negativ asupra biosistemelor
- Internetul reprezintă principala sursă de informare despre microunde, pentru ambele grupuri de studiu
- Media online analizată stigmatizează microundele
- Internetul asociază în principal microundele cu aplicația lor cea mai cunoscută – cuptorul cu microunde
- Credibilitatea informațiilor din media online este îndoielnică datorită autorilor articolelor care fie nu sunt menționați, fie nu au studiile necesare pentru a analiza acest domeniu.

Mulțumiri

Studenta Andreea Jufă mulțumește pentru susținerea financiară a Universității Transilvania Brașov în urma competiției "Lucrarea mea de diplomă" – ediția 2016

Bibliografie:

- [1] ***Risk Assessment Studies, Report No. 19 - Microwave Cooking and Food Safety, disponibil la http://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_rafs/programme_rafs_ft_01_02_mdfs.html, accesat în 16.05.2015
- [2] Alexiou G.A., Sioka C., Mobile phone use and risk for intracranial tumors, *Journal of Negative Results in BioMedicine*, 2015, 14:23, p. 1-5
- [3] Arunachalam K., Maccarini P. F., De Luca V., Bardati F., Snow B. W., Stauffer P. R., Modeling the Detectability of Vesicoureteral Reflux using Microwave Radiometry, *Phys Med Biol*. 2010 September 21; 55(18):5417-5437
- [4] Bormusov E., Andley U. P., Sharon N., Schächter L., Lahav A., Dovrat A., Non-thermal Electromagnetic Radiation Damage to Lens Epithelium, *The Open Ophthalmology Journal*, 2008, Volume 2, p. 102-106
- [5] Brace C. L., Microwave ablation technology: What every use should know, *Curr Probl Diagn Radiol*. 2009; 38(2):61-67
- [6] Broș I., Cercetări Privind Influența Microundelor Asupra Compușilor Bioactivi din *Satureja Hortensis L.* și *Ocimum Basilicum L.* – Rezumatul tezei de doctorat, Cluj-Napoca, 2012, p. 14-29
- [7] Chandra R., Zhou H., Balasingham I., Narayanan R., On the Opportunities and Challenges in Microwave Medical Sensing and Imaging, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Issue 7, 15 May 2015, Volume 62, p. 1667-1682
- [8] Choi H., Naylor J., Luzio S., Beutler J., Birchall J., Martin C., Porch A., Design and In Vitro Interference Test of Microwave Noninvasive Blood Glucose Monitoring Sensor, *IEEE Trans Microw Theory Tech*. 2015 October 1; 63(10 Pt 1):3016-3025
- [9] Codre A.M., Efectele radiațiilor electromagnetice de frecvență ridicată (microundele) în condiționarea laptelui pentru consum - Rezumat, Cluj-Napoca, 2011, p. 6-23
- [10] Crowell B., *Electricity and Magnetism, Light and Matter*, Fullerton, California, 2008, p. 153-156
- [11] Cutnell J. D., Johnson K. W., *Physics*, 7th edition, Wiley, 2007, p.753
- [12] De Rosa M., Gising J., Odell L. R., Larhed M., Syntheses of new tuberculosis inhibitors promoted by microwave irradiation, *Uppsala*

- Journal of Medical Sciences, 2014; 119:181-191
- [13] Elliasson L., Isaksson S., Lövenklev M., Ahrné L., A comparative study of infrared and microwave heating for microbial decontamination of paprika powder, *Frontiers in Microbiology*, September 2015, Volume 6, Article 1071, p. 1-8
- [14] Feyyaz O., Aysegul K. (2011). Electromagnetic Waves and Human Health, *Electromagnetic Waves*, Prof. Vitaliy Zhurbenko (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/16343. Available from: <http://www.intechopen.com/books/electromagnetic-waves/electromagnetic-waves-and-human-health>
- [15] Hernández J. I., Cepeda M. F. J., Valdis F., Guerrero G. D., Microwave ablation: state-of-the-art review, *OncoTargets and Therapy*, 2015;8 1627-1632
- [16] Hong H. C., Lupin M., O'Shaughnessy K. F., Cinical Evaluation of a Microwave Device for Treating Axillary Hyperhidrosis, *Dermatologic Surgery*, 2012; 1-8
- [17] <http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/ResourcesforYouRadiationEmittingProducts/ucm252762.htm> – accesat în 09.10.2015
- [18] http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/info_microwaves/en/ - accesat în 25.05.2015
- [19] Igarashi Y., Matsuda Y., Fuse A., Ishiwata T., Naito Z., Yokota H., Pathophysiology of microwave-induced traumatic brain injury, *Biomedical Reports* 2015; Volume 3: 468-472
- [20] Iordache N., Jufă A., Irimie M., Idomir M., Pascu A., Floroian L, Nunes GS, Badea M., The ultraviolet radiation effects on biological systems In: *New trends in monitoring and diagnosis for health sciences*, M.Badea si L.Floroian (editori), Editura: LAP Lambert Academic Publishing, OmniScriptum GmbH&Co.KG, 2015, Saarbrucken, Germania, pag.131-140, ISBN – 978-3-659-7699-1
- [21] Joshi L. T., Mali B. L., Geddes C. D., Baillie L., Extraction and Sensitive Detection of Toxins A and B from the Human Pathogen *Clostridium difficile* in 40 Seconds Using Microwave-Accelerated Metal-Enhanced Fluorescence, *Plos One*, August 2014, Volume 9, Issue 8, p.1-9
- [22] Jufă A., Iordache N., Floroian L., Pascu A., Badea M., Microwaves – help for people or source of health problems?, In: *Challenges in medicine, food control and environmental*, Floroian L., Badea M. (Editori), Ed. Universitatii Transilvania din Brasov, 2015, pag 74-89, ISBN: 987-606-19-0591-1
- [23] Liu Q., Si T., Xu X., Liang F., Wang L., Pan S., Electromagnetic radiation at 900 MHz induces sperm apoptosis through bcl-2, bax and caspase-3 signaling pathways in rats, *Reproductive Health* 2015, 12:65 DOI 10.1186/s12978-015-0062-3, p. 1-9
- [24] Ostdiek V. J., Bord D. J., *Inquiry into physics*, West Publishing Company, Eagan, Minnesota, 1987, p. 302-306
- [25] Vollmer M., *Physics of the microwave oven*, *Physics Education*, 2004, Volume 39, Number 1, p. 74-81
- [26] Yu J., Liang P., Yu X., Cheng Z., Han Z., Mu M., Wang X., US-guided Percutaneous Microwave Ablation of Renal Cell Carcinoma: Intermediate-term Results, *RSNA Radiology*, June 2012, Volume 263, Issue 3, p. 900-908
- [27] Zuo H., Lin T., Wang D., Peng R., Wang S., Gao Y., Xu X., Li Y., Wang S., Zhao L., Wang L., Zhou H., Neural Cell Apoptosis Induced by Microwave Exposure Through Mitochondria-dependent Caspase-3 Pathway, *International Journal of Medical Sciences*, 2014; 11(5):426-435