

Influența câmpului electric de 50 Hz asupra permitivității dielectrice a suspensiei apoase de drojdie de bere (*Saccharomyces cerevisiae*)

Mónika LINGVAY, Cristina STANCU, Ilona SZATMÁRI, Iosif LINGVAY *

Abstract

The behavior of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in 50 Hz electric field was evaluated. In our studies, we measured with an Ametek Solartron Analytical 1260A Impedance/Gain-Phase Analyzer the relative permittivity of yeast's aqueous suspension, while this was exposed to a 50Hz electric field. Our findings show that the, due to 50 Hz electric field action, the relative permittivity of the suspension yeast varies cyclically. The time constant of the cyclic changes is determined by the applied electric field strength.

Keywords: yeast, 50 Hz electric field, relative permittivity, dielectric spectroscopy

1. Introducere

Problematika impactului poluării electro-magnetice asupra mediului este de mare actualitate, deosebit de complexă din punct de vedere teoretic și de o importanță practică deosebită.

Elementul structural de bază al oricărei materii vii este celula. Procesele complexe de oxido-reducere ce se desfășoară, în primul rând, la interfața citoplasmă /membrană celulară, determină evoluția celulelor și, implicit mersul vieții. Aceste procese biologice complexe se desfășoară numai în medii umede (electrolitice), implică etape de transport și schimb/transfer de sarcină electrică, deci mecanismul și cinetica lor este influențată și determinată, în primul rând, de componenta electrică a câmpul electro-magnetic [1].

Geneza materiei vii din biosferă s-a produs sub acțiunea câmpurilor electromagnetice naturale specifice Terrei și, drept urmare, câmpurile electromagnetice de origine naturală nu perturbă desfășurarea naturală a proceselor biochimice, din contră,

existența acestor câmpuri condiționează mersul normal al vieții (cum ar fi albinele sau al porumbeii care se orientează în spațiu având ca reper câmpul magnetic al Pământului [1]).

Având în vedere aceste considerente, se constată că, toate semnalele electrice de origine antropică (rezultate din activitățile umane) din biosferă influențează desfășurarea naturală a proceselor bioelectrochimice, deci pot fi considerate semnale poluante (poluare electromagnetică) [2].

Consecințele poluării electromagnetice a mediului sunt deosebit de diverse. Câmpurile electromagnetice poluante perturbă procesele naturale, atât prin efectul termic generat în diverse medii, cât și prin componentele lor electrice și magnetice.

Componenta electrică perturbă, în primul rând, desfășurarea reacțiilor electrochimice naturale, perturbă tranziția ionilor de Ca^{++} prin membranele celulare umane și, implicit, homeostaza calciului (cauza probabilă a frecvenței ridicate a leucemiei la copiii expuși sistematic la radiații electromagnetice [3]).

Componenta magnetică perturbă sistemele biomagnetice, cum ar fi sistemul de orientare al albinelor, care, s-a constatat că la semnale de cca. 500 V/m devin deosebit de agresive și se omoară între ele [4], iar în câmp electromagnetic de 600 MHz÷3,2 GHz, de ordinul 0,5÷1 V/m, se rătăcesc și nu mai știu să se întoarcă la stup [1].

* Mónika LINGVAY, Stud., Universitatea „Babeș-Bolyai” din Cluj-Napoca, Facultatea de Chimie și Inginerie Chimică, str. Arany János nr. 11, monika_lingvay@yahoo.com
Cristina STANCU, dr.ing., CS III, INCDIE-ICECA, Spl. Unirii, nr. 313, sect. 3, București, România, cristina.stancu@icpe-ca.ro
Ilona SZATMÁRI, drd., teacher, Liceul teoretic „Orbán Balázs”, Str. Harghitei, nr. 14, Cristuru Secuiesc, România, szatmari@obq.ro
Iosif LINGVAY, dr.ing., CS I, INCDIE-ICECA, Spl. Unirii, nr. 313, sect. 3, București, România, lingvay@icpe-ca.ro

Efectul generator de cancer al sistemelor de telefonie mobilă a fost demonstrat de mai multe rapoarte de cercetare [1], [5]÷[11].

Bazele teoretice și descrierea comportării sistemelor electrolitice expuse influenței semnalelor perturbatoare în curent alternativ au fost dezvoltate pentru prima dată de T. Erdey-Grúz [12], din care rezultă că, modificările cineticii proceselor electrochimice sub acțiunea unui semnal în c.a. suprapus sunt deosebit de complexe și sunt determinate atât de natura sistemului electrolitic, cât și de amplitudinea semnalului în c.a. suprapus.

Drojdia de bere (*Saccharomyces cerevisiae*), este o micromicetă cu structură biologică simplă, des utilizată în industria alimentară.

Influența câmpurilor electromagnetice asupra dezvoltării drojdiei de bere a fost studiată atât prin metode biologice, cât și prin spectroscopie dielectrică de mai mulți autori [13]÷[20].

Din aceste studii, a rezultat că, sub acțiunea câmpurilor electro-magnetice, în metabolismul drojdiei de bere se produc diverse modificări care sunt determinate atât de frecvența, cât și intensitatea câmpului electromagnetic supra-pus mediilor de cultură.

Scopul prezentei lucrări constă în studiul influenței câmpului electric de 50 Hz asupra suspensiei apoase de drojdie de bere cu conținut de zahăr.

2. Partea experimentală – modul de lucru

În scopul evaluării influenței câmpului electric de 500 Hz asupra comportării drojdiei de bere, a fost determinată evoluția în timp a permitivității dielectrice (componenta reală ϵ') a unei suspensii apoase preparate din 94 g apă distilată + 5 g drojdie de bere uscată + 1 g de zahăr.

Determinările de ϵ' s-au realizat prin spectroscopie dielectrică cu un echipament tip Ametek Solartron Analytical 1260A, la intervale de 5÷6 secunde, timp de cca. 10 minute atât pe o suspensie martor, cât și pe suspensii peste care au fost aplicate câmpuri electrice alternative (50 Hz) de diverse intensități (de 1, 2, 3 și 6 V valoare vârf-vârf).

Toate determinările au fost făcute în celulă termostatăată la $30 \pm 0,2$ °C.

3. Rezultatele experimentale și interpretarea lor

Evoluția permitivității ϵ' a suspensiei de drojdie-„martor”, este prezentată în fig.1.

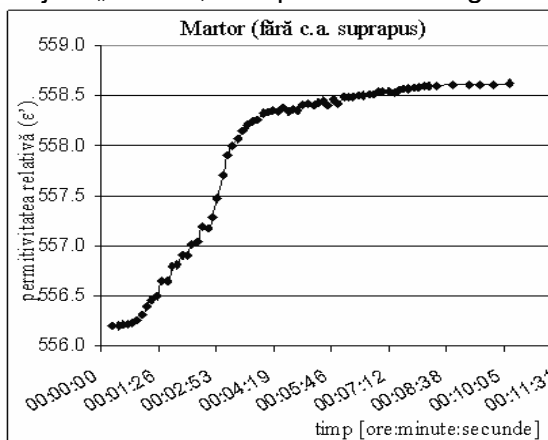
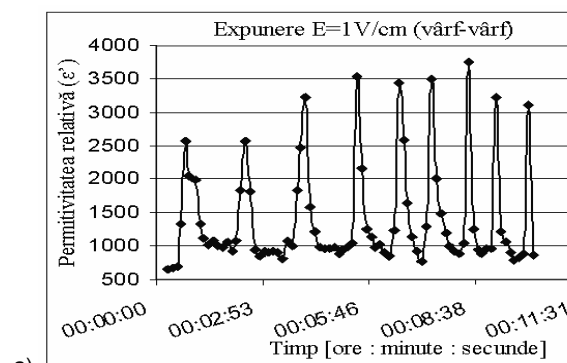


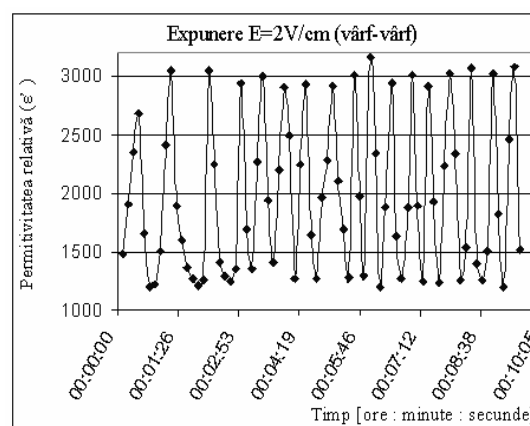
Figura 1. Evoluția permitivității ϵ' a suspensiei de drojdie „martor”

Din figură, se constată că, în primele 3 minute de la prepararea suspensiei, ϵ' crește monoton de la 556,2 la 558,2, după care, în următoarele 8 minute crește asimptotic spre 558,6 – deci, în primele 11 minute se înregistrează o creștere de cca. 2,4 unități, respectiv cca. 0,4 %.

Evoluția în timp a ϵ' la soluțiile expuse la câmpuri electrice perturbatoare de 50 Hz, sunt prezentate în fig. 2.



a)



b)

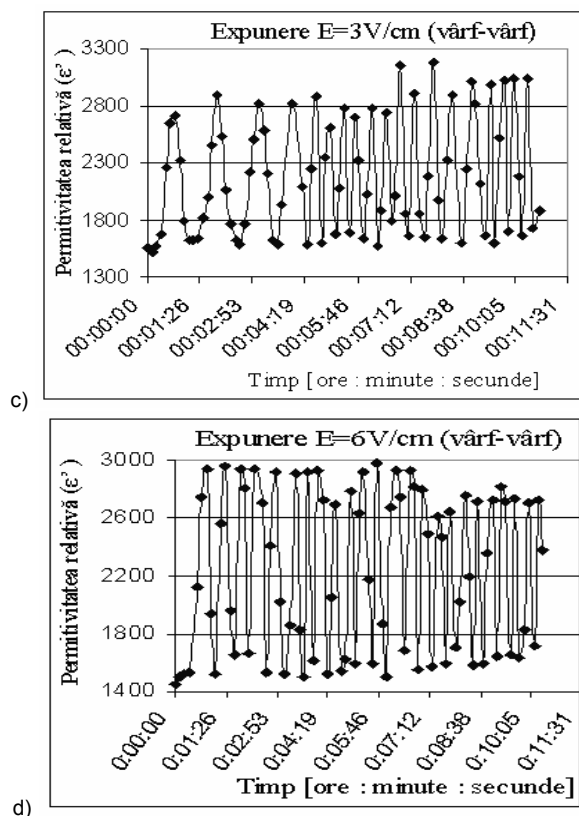


Figura 2. Evoluțiile ϵ' a suspensiilor de drojdie supuse unor câmpuri perturbatoare de 50 Hz având intensități de 1, 2, 3, respectiv 6 Vv.

Din analiza comparativă a fig. 1 și fig. 2, se constată că, în cazul suspensiei de drojdie expusă doar câmpurilor electromagnetice naturale, evoluția permitivității prezintă o funcție monoton crescătoare, spre deosebire de suspensiile de drojdie expuse unor câmpuri perturbatoare de 50 Hz cu diverse intensități cuprinse între 1 și 6 V/cm (valoare vârf-vârf), la care evoluția permitivității este oscilantă, amplitudinea și baza de timp a oscilațiilor fiind determinată de intensitatea câmpului perturbator.

Din analiza primei diagrame a fig. 2, se constată că sub acțiunea unui câmp perturbator cu amplitudine relativ mică ($E=1\text{ V/cm}$), la început, ϵ' crește brusc de la cca. 560 (valoarea corespunzătoare a suspensiei „martor”) la peste 2500 (creștere de cca 5 ori), apoi scade tot brusc la cca. 1000 – unde se menține aproximativ constant o perioadă, după care ciclul se repetă.

Constanta de timp a oscilațiilor în primele 5 minute de expunere (perioadă de inițiere) este de cca. 1,7 minute, după care procesul se accelerează, amplitudinea oscilațiilor crește până la $\epsilon' = 3500$ și scade constanta de timp a acestora la cca. 1 minut.

Din analiza diagramelor 2, 3 și 4 a fig. 2, se constată că, permitivitatea suspensiei studiate are evoluție similară și în cazul semnalelor perturbatoare mai mari, dar la creșterea amplitudinii semnalului perturbator, scade atât durata perioadei de inițiere, cât și amplitudinea oscilațiilor valorilor ϵ' .

Valorile comparative ale perioadelor de inițiere t_i , ale constantelor de timp ale oscilațiilor (atât în perioadele de inițiere T_1 , cât și în a doua parte a procesului T_2), precum și valorilor medii minime ϵ'_m și maxime ϵ'_M ale permitivității, pentru cele 4 valori de câmp perturbator, sunt prezentate sintetic în tabelul 1.

Tabelul 1. Valorile caracteristice ale oscilațiilor ϵ'

Câmp perturbator	Parametru					
	t_i [minute]	T_1 [minute]	T_2 [minute]	ϵ'_m	ϵ'_M	$\Delta\epsilon'$ ($\epsilon'_M - \epsilon'_m$)
$E=0$ (martor)	-	-	-	556,2	558,6	2,4
$E=1\text{ V}_{VV}/\text{cm}$	≈ 5	$\approx 1,71$	$\approx 1,01$	995	3240	2245
$E=2\text{ V}_{VV}/\text{cm}$	≈ 3	$\approx 0,91$	$\approx 0,56$	1290	2950	1660
$E=3\text{ V}_{VV}/\text{cm}$	≈ 2	$\approx 0,75$	$\approx 0,51$	1558	2810	1252
$E=6\text{ V}_{VV}/\text{cm}$	≈ 1	$\approx 0,71$	$\approx 0,43$	1615	2760	1145

Evoluțiile din fig. 1 și fig. 2, precum și valorile parametrilor reprezentativi prezentate în Tabelul 1, sugerează faptul că semnalul de 50 Hz aplicat reprezintă un factor de stres sub acțiunea căruia se modifică procesul de meta-bolizare a zahărului de către drojdia de bere.

În absența semnalului perturbator, procesul se desfășoară în mod natural, iar producții de metabolism au o configurație polară corespunzătoare unei permitivități dielectrice ϵ' de cca. 558,5 (vezi fig. 1).

Având în vedere aceste considerente, alura diagramelor din fig. 2 se poate explica astfel. Sub acțiunea câmpului perturbator de 50 Hz, drojdia de bere are tendința de a se acomoda la noile condiții de viață, pentru care își schimbă metabolismul producând produși mai puternic polari decât în condiții normale (naturale) și, drept consecință, ϵ' a suspensiei de drojdie studiate crește corespunzător.

Acumularea în suspensie a produșilor de metabolism puternic polare este un nou factor de stres pentru drojdie și, în consecință, drojdia sistează producerea acestora, ceea ce duce la scăderea ϵ' , după care procesul se repetă.

Dacă se acceptă acest mecanism, din analiza valorilor prezentate în tabelul 1, se sugerează că viteza de formare a produșilor de metabolism puternic polare, cu ϵ' mare,

crește la creșterea intensității factorului de stres și în consecință crește corespunzător frecvența oscilațiilor (scade baza de timp a acestora), dar totodată, scade capacitatea de acomodare a drojdiei de bere la perturbația câmpului de 50 Hz, ceea ce este confirmată de reducerea domeniului de valori între care ϵ' oscilează ($\Delta\epsilon' = \epsilon'_M - \epsilon'_m$).

4. Concluzii

În urma determinărilor privind evoluția permitivității dielectrice a unei suspensii apoase de 5 % drojdie de bere și 1 % zahăr, atât în absența, cât și în prezența unui câmp electric perturbator de 50 Hz, s-a constatat că:

- în absența câmpului electric perturbator de 50 Hz, pe măsura metabolizării zahărului, permitivitatea dielectrică a suspensiei (care este măsura momentului dipol al moleculelor formate) crește monoton, la început mai rapid de la 556,2 la 558,2, după care mai lent până la 558,6;
- sub acțiunea câmpului electric de 50 Hz, se schimbă mecanismul procesului de metabolizare a zahărului și drept urmare permitivitatea dielectrică a suspensiei oscilează în limite foarte largi (valori maxime de până la 6 ori mai mari decât valorile minime), oscilații a căror bază de timp și amplitudine scade la creșterea intensității câmpului perturbator.

În concluzie, câmpul electric de 50 Hz reprezintă un factor de stres pentru drojdia de bere, stres la care drojdia încearcă să se acomodeze prin schimbarea procesului de metabolism.

La creșterea intensității câmpului electric perturbator, crește viteza și scade capacitatea de acomodare a drojdiei de bere.

5. Acknowledgment

This paper was realized within student practice and was supported logistically by INCIE ICPE-CA.

6. Resurse bibliografice

- [1] HYLAND, G.J., *Mobile Phone Mast Radiation Health*, http://fader.exit.mytoday.de/Health/Reports/Dr_Hyland/dr_hyland.html, 2000
- [2] LINGVAY, I., LINGVAY, C., VOINA, A., „Impact of the anthropic electromagnetic fields on electrochemical reactions from the biosphere”, in *Revue Roumaine des Sciences Techniques série Électrotechnique et Énergétique*, Tome 53, 2008, No 2bis, Avril-Juin, pp.85-94.
- [3] HENDEE, W.R., BOTELER, J.C., „The Question of Health Effects From Exposure to Electromagnetic Fields”, in *Health Physics* 66: 1994. pp. 127-136,
- [4] MARINO, A., BECKER, R.O., „Biological effects of extremely low frequency Electric and magnetic fields: a review”, in *Physiol. Chem. & Physics*, 9: 1977. pp. 131-142
- [5] HYLAND, G.J. „Physics and Biology of Mobile Telephony”, in *The Lancet*, 356 (2000) 1833-1836
- [6] Health Council of the Netherlands, „Radio Frequency Electromagnetic Fields (300 Hz-300 GHz)” - Summary of an Advisory Report of Radiofrequency Radiation Committee, in *Health Physics* 75: 51-55, 1998
- [7] SALFORD, L.G., BRUN, A.E., EBERHARDT, J.L., MALMGREN, L., PERSSON, B.R.R., „Nerve Cell Damage in Mammalian Brain after Exposure to Microwaves from GSM Mobile Phones” in *Environmental Health Perspectives*, vol. 111, no. 07, June 2003, 881 – 883
- [8] KARINEN, A., HEINÄVAARA, S., NYLUND, R., LESZCZYNSKI, D., „Mobile phone radiation might alter protein expression in human skin”, in *BMC Genomics* 2008, 9:77 doi:10.1186/1471-2164-9-77, www.biomedcentral.com/1471-2164/9/77
- [9] VOLKOW ND, TOMASI D, WANT G, et al. „Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on the brain glucose metabolism”, in *JAMA*. 2011;305:808-814, 828-829
- [10] LEIF, G.S., BRUN, A.E., EBERHARDT, J.L., MALMGREN, L., PERSSON, B.R.R., „Nerve Cell Damage in Mammalian Brain after Exposure to Microwaves from GSM Mobile Phones”, in *Environmental Health Perspectives*, June 2003. 111 (7): 881–883.
- [11] LEIF, S.G., NITTBY, H., BRUN, A.G. et al., „The Mammalian Brain in the Electromagnetic Fields Designed by Man with Special Reference to Blood-Brain Barrier Function, Neuronal Damage and Possible Physical Mechanisms”, in *Progress of Theoretical Physics Supplement*, 2008, 173: 283–309.
- [12] ERDEY-GRÚZ, T., *Elektrodfolyamatok kinetikája*, Akademiai Kiado, Budapest, 1969. pp. 129-134
- [13] ZAKHEM, H.EL, LANOISELLÉ, J.-L., LEBOVKA, N.I., NONUS, M., VOROBIEV, E., „Behavior of yeast cells in aqueous suspension affected by pulsed electric field” in *Journal of Colloid and Interface Science* 300 (2006) 553–563

- [14]WAWRO, S., KALINOWSKA, H., GRUSKA, R., „The effect of high electric field pulses on activity of sugar beet o-diphenol oxidase and yeast invertase”, in *Journal of Food Engineering*, 93 (2009) 40–44
- [15]GUYOT, S., FERRET, E., BOEHM, J.B., GERVAIS, P., „Yeast cell inactivation related to local heating induced by low-intensity electric fields with long-duration pulses” in *International Journal of Food Microbiology* 113 (2007) 180–188;
- [16]PUÉRTOLAS, E., LÓPEZ, N., CONDÓN, S., RASO, J., ÁLVAREZ, I., „Pulsed electric fields inactivation of wine spoilage yeast and bacteria”, in *International Journal of Food Microbiology*, 130 (2009) 49–55
- [17]REO, E. F., FELICE, C. J., „Non-linear dielectric spectroscopy of microbiological suspensions”, in *BioMedical Engineering OnLine* 2009, 8:19 (<http://www.biomedical-engineering-online.com/content/8/1/19>)
- [18]MARX, G., MOODY, A., BERMÚDEZ-AGUIRRE, D., „A comparative study on the structure of *Saccharomyces cerevisiae* under nonthermal technologies: High hydrostatic pressure, pulsed electric fields and thermo-sonication”, in *International Journal of Food Microbiology*, 151 (2011) 327–337
- [19]PUÉRTOLAS, E., LÓPEZ, N., CONDÓN, S., RASO, J., ÁLVAREZ, I., „Pulsed electric fields inactivation of wine spoilage yeast and bacteria”, in *International Journal of Food Microbiology*, 130 (2009) 49–55
- [20]STONEMAN M, CHATURVEDI A, JANSMA DB, KOSEMPA M, ZENG C, RAICU V., „Protein influence on the plasma membrane dielectric properties: in vivo study utilizing dielectric spectroscopy and fluorescence microscopy”, in *Bioelectrochemistry*. 2007 May;70(2):542-50. Epub 2007 Feb 13.

7. Biography



Mónica LINGVAY was born in București (RO) on May 9, 1991. She graduated the Ady Endre High School, București (RO) in 2009. She is student at Babeș-Bolyai University, Cluj-Napoca (RO), Faculty

of Chemistry and Chemical Engineering and at the Faculty of Physics.

Her research interests concern effects of electromagnetic signals of anthropic origin on the living world.



Cristina STANCU received the M.S. degree in electric engineering from the UPB (Universitatea Politehnica of București, RO) in 2002.

In 2008, she received the Ph.D. degree in electrical engineering from UPB, and

in electronics, components and systems from Université Montpellier 2, France.

In 2010, she obtained a postdoc fellowship with the theme *Electrical Degradation and Lifetime Estimation of Polymeric Cables Insulations*.

Her current interests include the electrical properties of dielectric materials, water treeing, and space charge, as well as the numerical modeling of water trees and space charge in cable insulations. She, from 2010 is currently member of the IEEE Industry Applications Society.



Ilona SZATMÁRI was born in Cristuru Secuiesc – Harghita (România), on March 21, 1965.

She graduated the University of Bucharest, Romania in 1987.

She is PhD student in chemistry at

University „Politehnica” of Bucharest.

She is teacher at „Orbán Balázs” Theoretical Highschool, in Cristuru Secuiesc (România).

Her research interests concern biocorrosion.



Iosif LINGVAY was born in Sighetu Marmației (România), on Febr. 25, 1949.

He graduated the University „Politehnica” of Bucharest, Romania in 1972.

In 1984, he received the PhD degree in electrochemical engineering from same university.

He is CS I and scientific secretary at INC DIE-ICPE CA, in București (România). His research interests concern operating safety of underground pipelines and cables.