

UNIVERSITATEA TEHNICA 'GHE. ASACHI' IASI

| | |
|--------------------|---|
| Programul: | IDEI |
| Tipul proiectului: | Proiecte de cercetare exploratorie |
| Cod proiect: | ID_320 |

SINTEZA

DENUMIREA PROIECTULUI:

SPECTROSCOPIA DIELECTRICA DE BANDA LARGA, CA METODA COMPARATIVA, NEDISTRUCTIVA SI NEINVAZIVA DE DETERMINARE A COMPUSILOR CU POTENTIAL DE RISC DIN PRODUSELE ALIMENTARE

2008

○ **CUPRINSUL DESCRIERII ȘTIINȚIFICE ȘI TEHNICE**

INTRODUCERE

1. ADAPTAREA CELULEI DE MĂSURĂ

- 1.1. INTRODUCERE
- 1.2. COMPENSAREA MARGINII
- 1.3. PREGĂTIREA PROBEI

**2. IDENTIFICAREA PARAMETRILOR DIELECTRICI ȘI ELECTRO-REOLOGICI ÎN SISTEMELE MACRO-MOLECULARE COMPLEXE ALE PRODUSELOR ALIMENTARE –
DEFINIREA NOTIUNII DE PATTERN DIELECTRIC**

- 2.1. INTRODUCERE
- 2.2. ELECTROSTATICĂ
- 2.3. RELAXAREA DIELECTRICĂ

3. OBTINEREA PATTERN-ULUI DIELECTRIC LA PRODUSELE ALIMENTARE ȘI IDENTIFICAREA DOMENIILOR DE FRECVENȚA DE MAXIMA SENSIBILITATE

- 3.1. DESCRIERE GENERALĂ A TEHNICII SOFTWARE
- 3.2. RULAREA UNEI MĂSURĂRI
- 3.3. AFIȘAREA ȘI EXPORTAREA DATELOR

4. DETERMINAREA PRELIMINARA A PARAMETRILOR DIELECTRICI LA PRODUSELE ALIMENTARE SELECTATE

○ **OBIECTIVELE ETAPEI / 2008**

Adaptari hardware si software a spectrometrului dielectric pentru aplicatia de caracterizare a produselor alimentare, pe baza de mostre etalon

Determinarea parametrilor dielectrici si a parametrilor electrorheologici la produse alimentare (vinuri, miere, produse lactate).

Definirea notiunii de pattern dielectric la produse alimentare si identificarea domeniilor de frecventa de maxima sensibilitate.

ADAPTAREA CELULEI DE MĂSURĂ

Analizorul dielectric **Alpha N** suportă următoarele trei tipuri de celule de probă:

1. CELULA MOSTRĂ DIELECTRICĂ CU UN CAPACITOR PLACUȚĂ ROTUND:

Capacitatea parazita a celulei probă este datorată capacității de conectare a electrozului care este în jur de 1 pF. Pentru celula probă lichidă BDS 1308, trebuie luată în considerare o capacitate de aproape 5.5 pF. Capacitatea probei

$$C_P^* = -i \frac{I^*}{\omega U^*} - C_{edge} - C_S \quad 1.1$$

2. CELULA DE PROBĂ DIELECTRICĂ CU ELECTROD INTERDIGIT:

Pentru ambele, impedanța mostrei Z_S^* și admitanța Y_p^* este calculată din capacitatea complexă paralelă a probei C_p^* prin:

$$Z_S^* = \frac{1}{Y} = -\frac{1}{\omega C_P^*} \quad 1.2$$

Constanta dielectrică complexă este ϵ^* fiind corelată cu capacitatea complexă a mostrei prin

$$\epsilon^* = \epsilon' - i\epsilon'' = \frac{C_P^*}{C_0} \quad 1.3$$

Si cu capacitatea celulei goale C_0 . Pentru o celulă de probă conținând plăcuțe paralele rotunde cu diametrul D și distanța d , C_0 este calculat prin:

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 - A_{spacer}}{d} \quad 1.4$$

unde A_{spacer} indică aria medie în interiorul capacitorului probei ocupat de distanțarea materialului. Pentru electrozidul interdigit, valoarea lui C_0 trebuie să fie măsurată înainte ca materialul de probă să fie atașat electrozului.

Modulul dielectric complex este definit ca:

$$M^* = M' + iM'' = \frac{1}{\epsilon^*} \quad 1.5$$

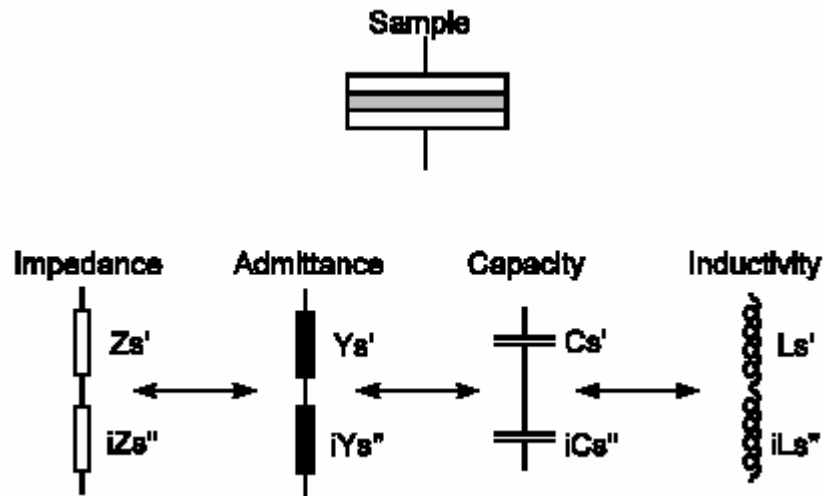
Conductivitatea specifică s^* este înrudită cu constanta dielectrică prin

$$\sigma^* = \sigma' - i\sigma'' = i 2 \pi f \epsilon_0 (\epsilon^* - 1) \quad 1.6$$

Rezistența specifică a materialului este calculată prin

$$\rho = 1/\sigma' \quad 1.7$$

Răspunsul electric al probei poate fi reprezentat printr-o rezistență serie sau paralelă, conductanță, capacitatea sau inductivitate așa cum se arată mai jos.



Pentru partea serială, componentele sunt conectate la impedanța mostrei prin:

$$Z_s^* = Z_s' + iZ_s'' = \frac{1}{Y_s'} + i \frac{1}{Y_s''} = \frac{1}{i\omega C_s'} + \frac{1}{i\omega C_s''} = i\omega L_s' + ii\omega L_s'' \quad 1.13$$

Pentru părțile paralele, componentele sunt conectate la admitanța probei prin:

$$Y_p^* = \frac{1}{Z_p'} + i \frac{1}{Z_p''} = Y_p' + iY_p'' = i\omega C_p' + ii\omega C_p'' = \frac{1}{i\omega L_p'} + \frac{1}{i\omega L_p''} \quad 1.14$$

Valorile absolute sunt calculate pentru Z_s , L_s , Y_p și C_p .

Factorul de pierdere $\tan(\delta)$ este calculat prin:

$$\tan(\delta) = \epsilon''/\epsilon' = \mu''/\mu' = Z_s'/Z_s'' \quad 1.15$$

Din factorul de pierdere, este calculat unghiul de pierdere δ prin $\delta = 180^\circ/n \arctan(\epsilon''/\epsilon')$.

Faza unghiulară $\varphi = 180^\circ/n \arctan(Z_s''/Z_s')$ este specifică unghiul în planul complex între tensiunea aplicată U^* și curentul celulei de probă I_s^* .

Compensarea Marginii

Funcția dielectrică a materialelor este calculată prin:

$$\epsilon^* = \epsilon' - i\epsilon'' = C_p^*/C_0 \quad (+) \quad 1.16$$

de la măsurarea capacității complexe a probei C_p^* . C_0 este o capacitate determinată de geometria probei. Referire pentru detalii la **Evaluarea Datelor**.

Dacă se compară cele două metode cu inel de gardare și fără inel, se recomandă cea de-a doua soluție. Capacitatea poate fi calculată exact pentru un condensator rotund plasat în centrul unei sfere metalice legate la pământ și cu o rază infinită (condensatorul este fără dielectric).

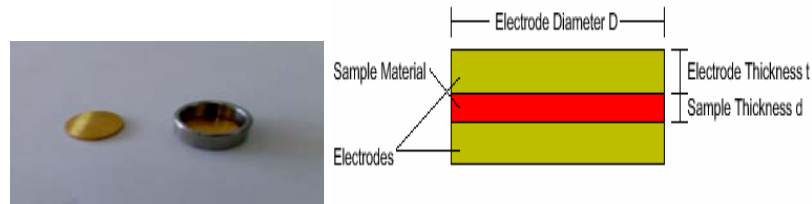
$$\frac{C_{edge}}{C_0} = \frac{2\pi}{\pi D} \left[\ln \frac{8\pi D}{d} - 3 + z(x) \right] \quad 1.18$$

$$z(x) = (1+x)\ln(1+x) - x\ln(x) \quad (-)$$

$$x = t/d$$

$$C_0 = \varepsilon_0 \frac{\pi \left(\frac{D}{2} \right)^2}{d} \quad 1.19$$

D: diametrul electrodului, d: spațiul dintre electrozi, t: grosimea electrodului, $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ As/Vm



Metoda de corecție a marginilor de mai sus este aplicată automat de WinDETA dacă **Edge Compensation (Compensarea de Margine)** din dialogul **Sample Specification (Specificațiile probei)** a meniului **Measurement (Măsurare)** este activat.

Ca o regulă generală, geometria probei ar trebui să fie selectată în așa fel încât să fie evitate capacitățile mari de margine. Acest lucru se poate face prin mărirea diametrului și micșorarea grosimii probei. Raportul C_{edge}/C_0 poate fi utilizat pentru a descoperi eroarea maximă fără compensarea marginilor. Eroarea $\Delta\varepsilon'$ a funcției dielectrice măsurate ε' datorată efectului de margine (fără compensare) este:

$$\frac{\Delta\varepsilon'}{\varepsilon'} = \frac{C_{edge}}{C_p} = \frac{C_{edge}}{C_0\varepsilon'} \quad 1.20$$

Exemplu de proiectare: Pentru o probă cu diametrul de 40 mm și de grosime 0.1 mm, C_{edge}/C_0 este 0.016. Pentru un material dielectric tipic cu funcția dielectrică $\varepsilon'=4$, eroarea fără corecția de margine va fi $0.016/4=0.4\%$ din valoarea măsurată. Aceasta poate fi neglijată față de alte **surse de inacuratețe**. Dacă compensarea marginilor este activată, eroarea poate fi redusă chiar la 0.1%, presupunând că se calculează capacitatea marginilor cu o acuratețe de 30% din capacitatea reală a capacității marginilor. Pe de altă parte, pentru o probă cu un diametru de 4 mm și grosimea de 1 mm, C_{edge}/C_0 este 0.56 și eroarea relativă $0.56/4=14\%$ fără corecția marginilor.

Capacitatea optimă a probei

Pentru rezultate optime a măsurărilor geometria formei probei ar trebui aleasă în conformitate cu următoarele reguli:

- Sistemele de Frecvență joasă <10MHz - Cele mai bune performanțe vor fi obținute cu capacitatea probei de la **50pF....200pF (optimum în jur de 100pF)** în domeniul frecvenței de la

100kHz...10MHz. La frecvențe joase, se vor optîne deasemenea rezultate bune la capacității mari până la 2nF.

- Sistemul de frecvență înaltă 1 MHz – 1.8 GHz (HP 4291) și 1 MHz – 3 GHz (HP 4991) - O bună scală a capacității probei este de **2 pF...10pF (optim în jur de 4 pF)**. Capacitățile mici se pot optîne cu rezultate foarte bune la frecvențe mari. Capacitatea parazită este luată în considerare de **deschiderea calibrării celulei** și ar trebui să fie setată în 0 în dialogul **Sample Specification (Specificația Probei)**.

Dacă constanta dielectrică ϵ' a probei este cunoscută aproximativ, capacitatea probei poate fi aproximată cu.

$$C = \epsilon' \cdot \epsilon_0 \frac{\pi D^2}{4d} \quad \text{sau} \quad \frac{C}{pF} \approx 6.95 \cdot \epsilon' \cdot \frac{(D/mm)^2}{(d/\mu m)} \quad 1.21$$

unde D este diametrul electrozilor și d este distanța între ei.

Capacitatea parazită a electrodului

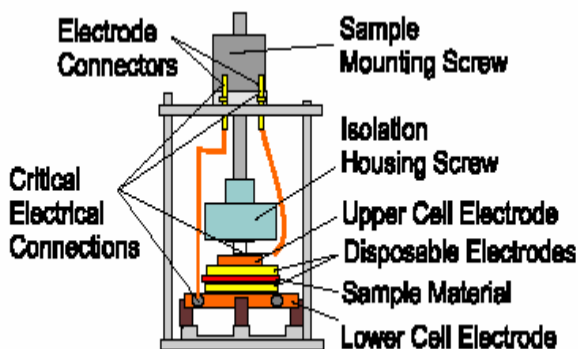
Pentru a micșora erorile datorate efectului de margine la extremitățile probei, raportul d/D ar trebui păstrat cât mai mic posibil. Se aleg diametre mari și grosimi mici, pentru mai multe informații asupra efectelor de margine la **Edge Compensation** (Compensarea Marginii) și **Sample Specification** (Specificația Probei). Dacă **Edge Compensation** (Compensarea Marginii) (**Sample Specification** (Specificația Probei)), meniul Measurement (Măsurare) este valid, diametrele electrozilor exteriori și materialul de probă trebuie să fie egale.

Suprafața probei și contactul dintre probă și electrod

Suprafața probelor solide trebuie să fie pe cât posibil plană pentru a face un contact bun cu electrozii externi. În plus, este recomandat pentru a metaliza suprafața probelor în regiunile de contact. Acest lucru poate fi făcut prin evaporare sau prin stropire cu metal pe probă. O altă metodă ușoară și ieftină este să acoperim suprafața probelor cu un lichid conductiv de argint.

Montarea electrozilor mobili în celula BDS 1200

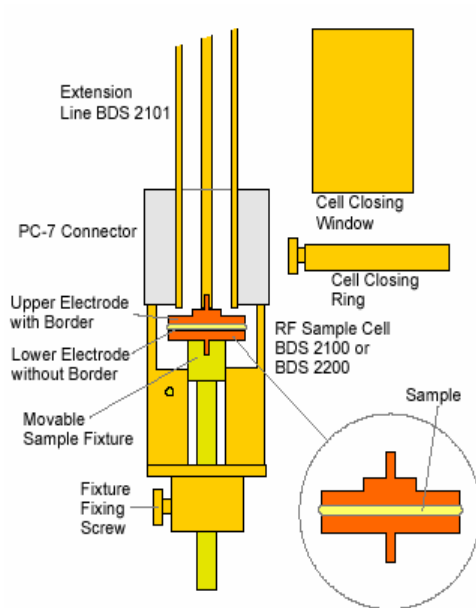
În final, condensatorul probei (sau celula de probă lichidă) ar trebui să fie montate între electrodul superior și cel inferior a celulei așa cum este arătat mai jos.



Montarea Electrozilor RF în celula de probă RF

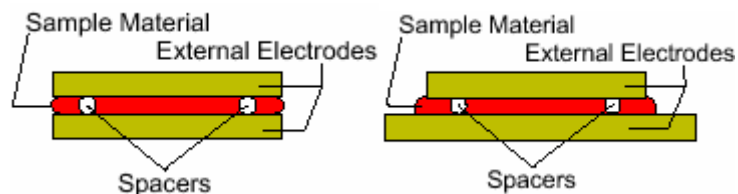
Electrodul superior are un inel de margine adițional și un nit pe partea electrodului superior. Electrocul inferior are numai nit fără inel.

Este esențial de menținut presiunea asupra electrodului. Presiunea nu trebuie să fie eliberată înaintea ca șurubul să fie fixat complet.



Măsurarea Lichidelor nevolatile

În mod normal lichidele sau pudrele pot fi măsurate prin prepararea probei de material între doi electrozi deschiși așa cum este prezentat în figura de mai jos.

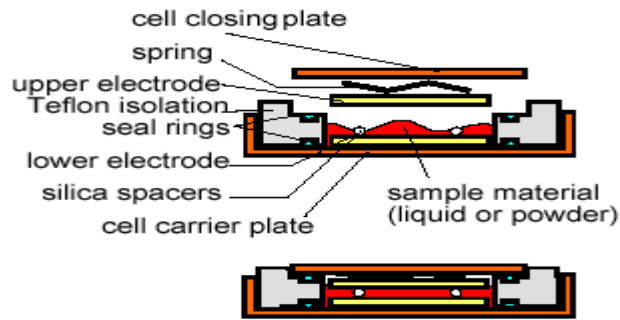


Spațiul dintre electrozi trebuie să fie ajustat cu un distanțator care poate fi de exemplu sub formă de ace, inele, pătrate, fâșii. Materialul de distanțat trebuie să aibă un $\tan(\delta)$ mic și o permitivitate constantă. Aceste proprietăți ar trebui să fie păstrate peste domeniul de temperatură și frecvență.

Măsurarea lichidelor volatile cu Celula Sigilată de Presiune BDS 1308

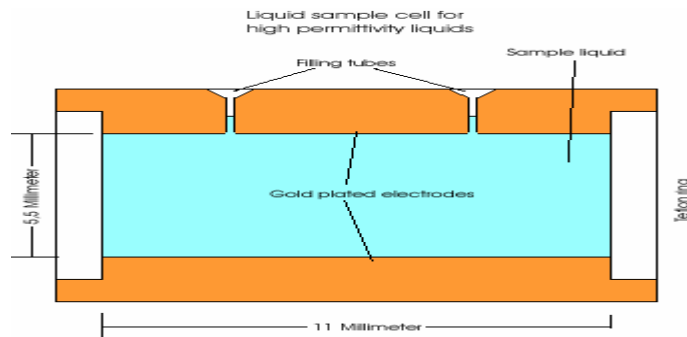
Pentru câteva lichide cu vâscozitate scăzută și cu presiune parțială joasă, materialul de probă se poate pune în stare deschisă, electrodul superior se îndepărtează de pe celulă și materialul de măsurat ocupă electrodul inferior, montat în partea inferioară a celulei. În stare închisă, lichidul sau praful care nu a încăput între cei doi electrozi va curge pe lângă electrodul superior. Electrocul superior este presat de un arc și celula se închide până la distanțatoare. Cele două inele de sigiliu atașate de izolatorul de teflon previn evaporarea materialului de probă în afara celulei.

ate evapora în afara condensatorului sandwich în special la temperaturi ridicate. În acest caz, rezultatele de la senzorii capacitivi descriși anterior pot deveni invalide.



Măsurarea lichidelor cu permitivitate ridicată și conductivitate ionică, de exemplu apa

Pentru lichide cu permitivitate ridicată, problemele apar când capacitatea clasică a condensatorilor de probă preparați prin una din tehnicile descrise în capitolul anterior, întrec în mod uzual scala capacității optime a impedanței sistemului de măsură și deci scala frecvenței disponibile și acuratețea nu sunt optime. O altă problemă apare, dacă conținutul de lichid conține ioni liberi ce vor duce la o conductivitate ionică în d.c.. Acest lucru conduce la efectul de polarizare a electrozilor care limitează permitivitatea măsurării la frecvențe joase și reduce acuratețea măsurării conductivității la frecvențe joase. Ambele efecte (capacitatea mult prea mare și polarizarea electrodului la frecvențe joase) pot fi reduse printr-o celulă cu o geometrie specială unde spațiul dintre electrozi este selectat într-un mod nefiresc, de exemplu: similar cu diametrul electrodului. Acest lucru este realizat de o a doua celulă pentru lichidul BDS 1308 prezentat mai jos.



Celula este montată în acest fel ca condensatorul sandwich standard sa fie între electrozii celulei active ALPHA-S sau a celulei de probă BDS 1200.

IDENTIFICAREA PARAMETRILOR DIELECTRICI SI ELECTRO-REOLOGICI ÎN SISTEMELE MACRO-MOLECULARE COMPLEXE ALE PRODUSELOR ALIMENTARE – DEFINIREA NOTIUNII DE PATTERN DIELECTRIC

Pentru valori mici ale energiei de interacțiune a unui dipol cu câmpul electric (camp $|E| \leq 10^6 \text{Vm}^{-1}$)⁹ se obține $\mathbf{A}(\mathbf{a}) = \mathbf{a}/3$. De aceea Ec. (2.12) se reduce la :

$$\langle \mu \rangle = \frac{\mu^2}{3k_B T} E \quad (2.14a)$$

Inserând Ec. (2.14a) în Ec. (2.11b) se obține:

$$P = \frac{\mu^2}{3k_B T} \frac{N}{V} E \quad (2.14b)$$

și cu ajutorul Ec. (1.8a) contribuția polarizării orientazionale la funcția dielectrică poate fi :

$$\epsilon_S - \epsilon_\infty = \frac{1}{3\epsilon_0} \frac{\mu^2}{k_B T} \frac{N}{V} \quad (2.15)$$

unde $\epsilon_S = \lim_{\omega \rightarrow 0} \epsilon'(\omega)$. $\epsilon_\infty = \lim_{\omega \rightarrow \infty} \epsilon'(\omega)$ acoperă toate contribuțiile la funcția dielectrică care sunt datorate polarizării electronice și atomice P_∞ în gama frecvenței optice .

Ecuatia (2.15) permite o estimare a mediei momentului dipolului molecular al $\langle \mu^2 \rangle^{1/2}$ din spectrul dielectric. Cu toate acestea, trebuie reținut faptul că două presupuneri principale au fost făcute pentru obținerea Ec. (2.15) : (i) dipolii nu ar trebui să interacționeze unii cu alții lucru care este adevărat numai pentru sistemele foarte diluate și (ii) efectele câmpului local (aparitia altor câmpuri electrice) sunt neglijate. În considerațiile urmatoare efectele care sunt datorate apariției altor câmpuri electrice vor fi discutate în primul rând. Dupa aceea sunt descrise câteva metode de a modela interacțiunile dintre diferiți dipoli.

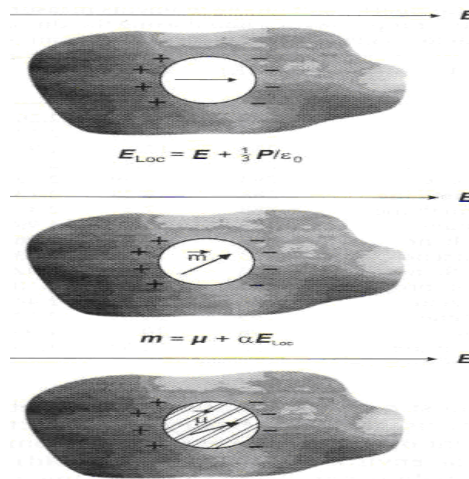


Fig. 2.2 Ilustrații schematice pentru derivarea :a) ecuației Clausius/Mossotti ; b) formula Onsager ;c) factorul de corelație Kirkwood/Frohlich

S-a presupus faptul că câmpul electric local E_{Loc} este proporțional cu polarizarea cavității $E_{Loc} = E + a_{Lor} (P / \epsilon_0)$ și că mediul înconjurător poate fi descris de permitivitatea dielectrică statică ϵ_S . Pentru o sferă ¹⁰ (numită sfera lui Lorentz) coeficientul a_{Lor} este egal cu 1/3. Relația dintre funcția dielectrică și polarizabilitatea α a fost obținută de Mossotti și Clausius. Pentru moleculele apolare polarizarea indusă de câmpul electric total este data de

$P = \frac{N}{V} \alpha E = \frac{N}{V} \frac{\epsilon_s + 2}{3} E$. Pentru cazul static Ec.(1.8a) dă $\mathbf{P} = \epsilon_0 (\epsilon_s - 1) \mathbf{E}$. Combinarea celor două ecuații duce la:

$$\frac{\epsilon_s - 1}{\epsilon_s + 2} \frac{M}{\rho} = \frac{1}{3} \frac{N_A}{\epsilon_0} \alpha \quad (2.16a)$$

unde densitatea de volum a dipolilor \mathbf{N} / \mathbf{V} este exprimata prin $\frac{\rho}{M} N_A$. \mathbf{M} este masa molară a moleculei și ρ este densitatea sistemului. N_A este numărul lui Avogadro. Pentru moleculele polare efectul orientării polarizării a trebuit să fie inclus și împreună cu Ec. (2.14) găsim :

$$\frac{\epsilon_s - 1}{\epsilon_s + 2} \frac{M}{\rho} = \frac{1}{3} \frac{N_A}{\epsilon_0} \left(\alpha + \frac{\mu^2}{3k_B T} \right) \quad (2.16b)$$

care este cunoscută deasemenea ca formula lui Debye.

Cea mai generală extindere a formulei lui Debye pentru moleculele polare a fost dată de Onsager prin teoria reacției câmpului, care consideră mărirea momentului dipolului permanent al moleculei μ prin polarizarea mediului înconjurator (Fig. 1.2b). Pentru o cavitate sferică reacția câmpului este paralelă pe momentul dipolului permanent și pentru rezultarea momentului dipolului moleculei se păstrează $\mathbf{m} = \mu + \alpha \mathbf{E}_{loc}$. Extinzând calculul obținem :

$$\epsilon_s - \epsilon_\infty = \frac{1}{3\epsilon_0} F \frac{\mu^2}{k_B T} \frac{N}{V} \quad (2.17a)$$

cu
$$F = \frac{\epsilon_s (\epsilon_\infty + 2)^2}{3(2\epsilon_s + \epsilon_\infty)} \quad (2.17b)$$

Ec. (2.17) poate fi folosită la estimarea momentelor dipolului pentru neasocierea lichidelor organice. Pentru o vedere mai profundă vezi Tabelul 2.1. unde pentru un număr de molecule, momentul dipolului calculat utilizând Ec. (2.17) a fost comparat cu acela măsurat în fază gazoasă. În multe cazuri au fost găsite acorduri rezonabile. În plus, Tabelul 2.1. dă valoarea F care corespunde erorii ce apare în urma neglijării reacției câmpului. În marea majoritate a cazurilor $F = 1.9 - 3.3$, a fost găsit pentru o variație a lui $\epsilon_s - \epsilon_\infty$ de la 0.6 la 34. Aceasta înseamnă că factorul Onsager F este o corecție nespecifică.

De aceea, Kirkwood s14-16t și Frohlich s17t introduc factorul de corelație g pentru a modela interacțiunea dintre dipolii care respectă cazul ideal al dipolilor non-interacțiune. În general factorul de corelație Kirkwood/ Frohlich este definit prin :

$$g = \frac{\langle \sum_i \mu_i \sum_j \mu_j \rangle}{N\mu^2} = 1 + \frac{\langle \sum_i \sum_{i < j} \mu_i \mu_j \rangle}{N\mu^2} = \frac{\mu_{Interact.}^2}{\mu^2} \quad (2.19)$$

unde μ^2 este media patrată a momentului dipolului pentru izolarea dipolilor non-interacțiune, care poate fi măsurată, de exemplu, în faza de gaz sau pentru diluarea soluțiilor. Factorul g poate fi

mai mic sau mai mare decât 1 depinzând de cazul dacă moleculele au tendința de orientare anti-paralelă sau paralelă. Deci determinarea experimentală a lui g permite estimarea orientării moleculelor cu respectarea uneia față de alta.

Ec. (2.19) este o definiție formală a factorului de corelație Kirkwood/ Frohlich. Pentru un calcul practic al factorului g Ec. (2.19) are aceleași dificultati ca Ec. (2.18). Pentru a simplifica această problemă Kirkwood/ Frohlich consideră o regiune continând N molecule (vezi Fig. 2.2 c). Aceste molecule au fost tratate în mod special. Resturile $N-N$ molecule au fost considerate ca în abordarea lui Onsager ca un infinit continuu unde comportarea dielectrică este caracterizată de ϵ_S . Cu aceste atribuiri se optine :

$$\epsilon_S - \epsilon_\infty = \frac{1}{3\epsilon_0} F \cdot g \frac{\mu^2 N}{k_B T V} \quad (2.20a)$$

cu :

$$g = 1 + \frac{\langle \sum_{i=1}^{\tilde{N}} \sum_{i < j} \mu_i \mu_j \rangle}{\tilde{N} \mu^2} \quad (2.20b)$$

Precizia acestei metode poate fi crescută cât de mult este necesar prin mărirea lui N atît cât este nevoie. Calea cea mai ușoară spre calcularea factorului g este considerarea numai a vecinului cel mai apropiat al dipolului test selectat. Din această cauză g poate fi aproximat prin :

$$g = 1 + z \langle \cos \psi \rangle \quad (2.21)$$

unde z este număr de coordonare și ψ este unghiul dintre dipolul testat și un vecin al său. Tabelul 1.2. dă câteva valori pentru g pentru diferite lichide . Arată deasemeni largul efect pe care orientarea corelărilor, exprimată prin g îl poate avea asupra lui ϵ_S .

Pentru un lanț polimeric izolat calcularea factorului g este mult mai complicată decât pentru moleculele cu greutate (masă) moleculară joasă, deoarece de la 10^4 la 10^6 atomii de carbon sunt covalent limitați pentru acest caz .Cu toate acestea, considerațiile teoretice sunt posibile în cadrul modelului Starii Izometrice de Rotație (RIS). În cazul orientării polimerilor corelația poate conduce la uriașe momente ale dipolului pentru întregul lanț.

OBTINEREA PATTERN-ULUI DIELECTRIC LA PRODUSELE ALIMENTARE SI IDENTIFICAREA DOMENIILOR DE FRECVENTA DE MAXIMA SENSIBILITATE

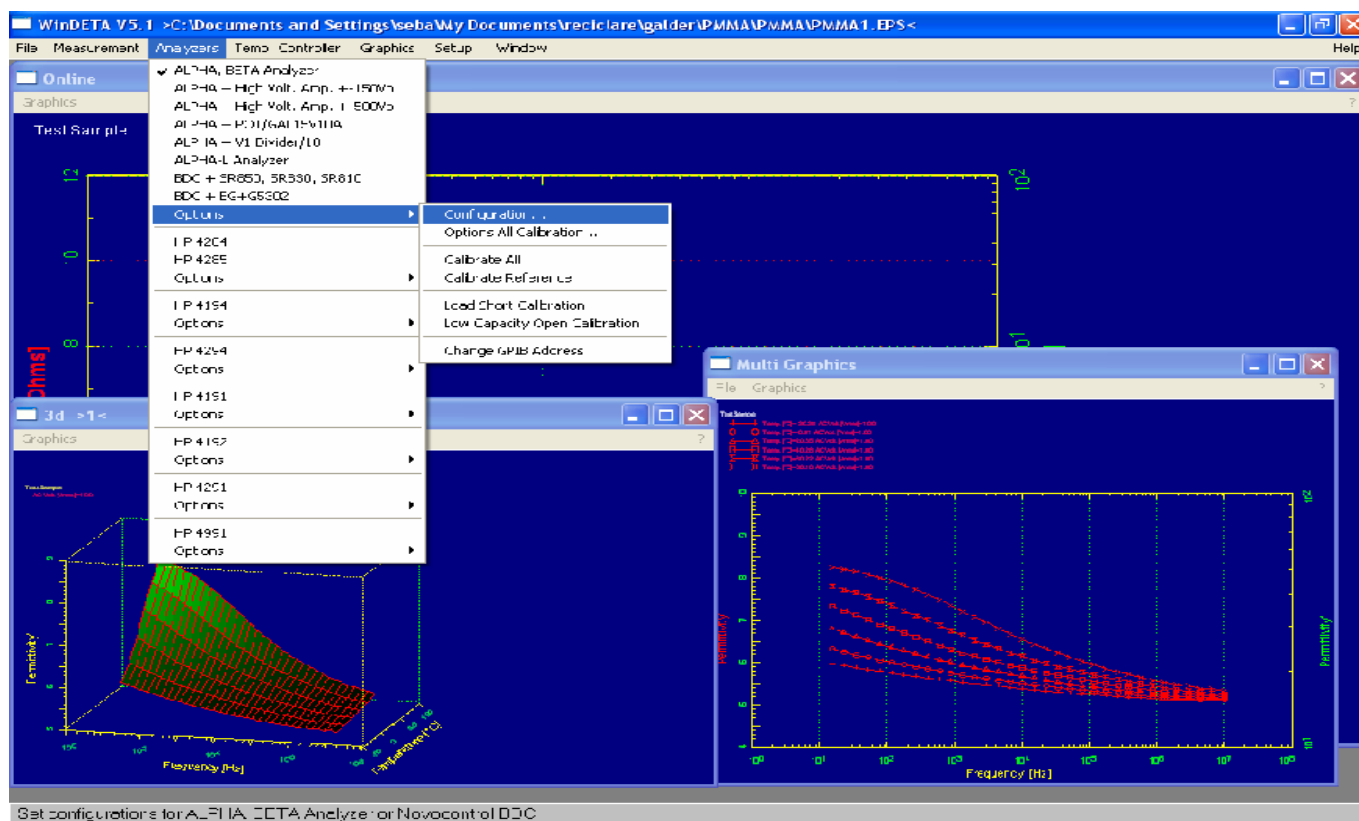
Caracteristicile WinDETA - Măsurările dielectrice, magnetice, conductivitatea și impedanța pentru materiale și componente sunt îndeplinite automat în dependență de cinci **variabile libere**: frecvență, temperatură, timpul tensiunii c.a., tensiunea c.c., curentul c.a. și curentul c.c..

Pentru evoluția mostrelor electrochimice, cum ar fi conductorii ion, electroliții și straturile interfeței metal electrolit, dispozitivele speciale sunt suportate și pot aplica controlat tensiunile d.c. în modul Potențostat și curentul în modul Galvanostat cât timp impedanța spectrală este măsurată.

Pe parcursul măsurării, datele sunt afișate on-line ca o diagramă și ca un tabel numeric într-o **fereastă log**. În plus, toate activitățile WinDETA-ei și starea dispozitivelor este scrisă sub forma unui **mesaj într-o fereastă**. În final starea actualului sistem este afișată grafic într-o **fereastră a stărilor și temperatura log a graficelor ferestrei**.

Graficele - Toate datele evaluate sunt **afișate în grafice 2d sau 3d**, care sunt printate pe aproape toate imprimantele cu rezoluția cea mai mare, sau exportate către alte aplicații Windows. Dimensiunea diagramelor este variată prin simpla schimbare a dimensiunii ferestrei. Mai mult, utilizatorul poate marca arbitrar ariile în diagrame cu mouse-ul, care cu alte cuvinte sunt **mărite** la dimensiunea totală a ferestrei. Toate diagramele suportă o scalare manuală sau automată, scalare liniară sau logaritmică și inversiuni ale axelor.

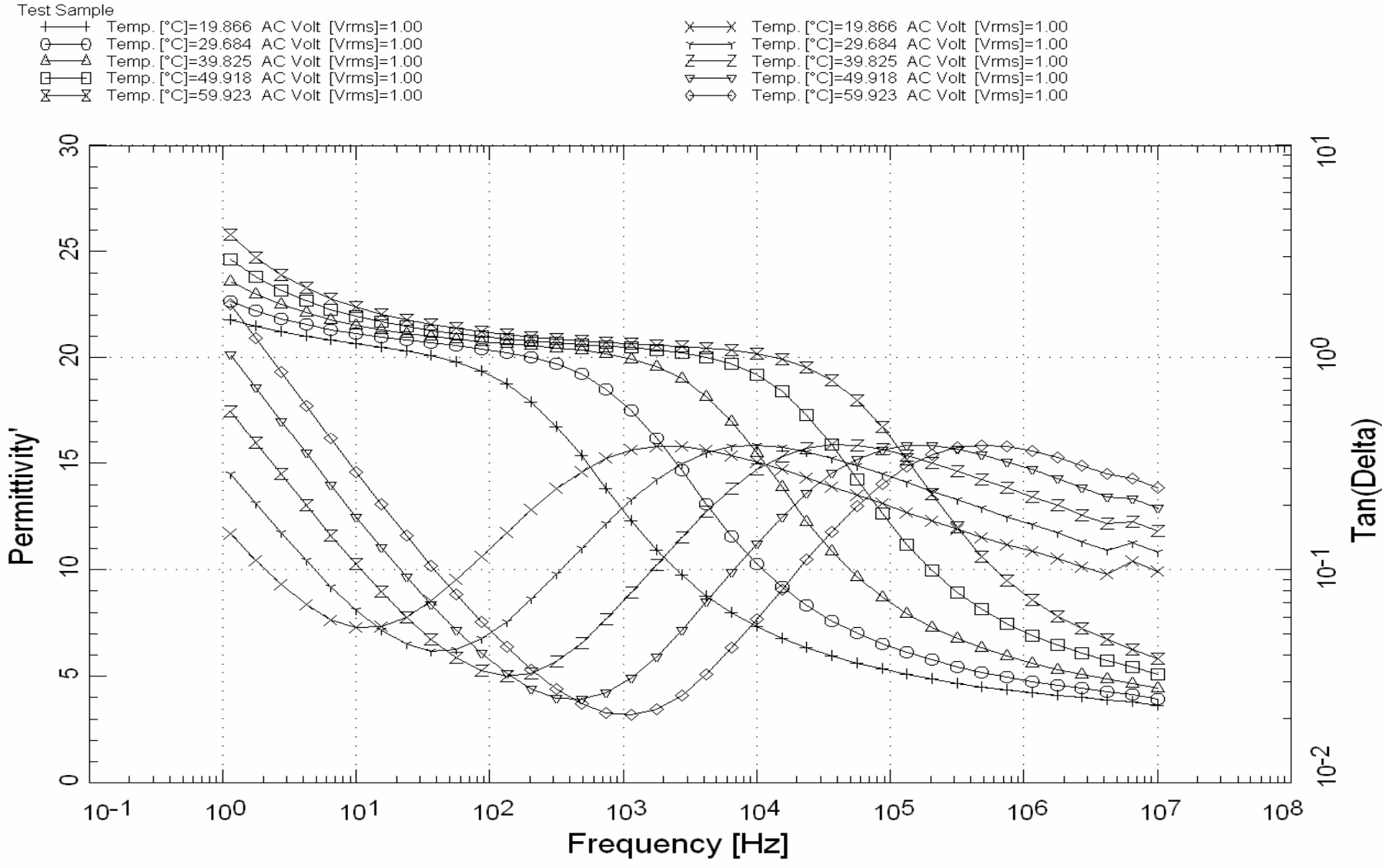
Fereastra principală formează scheletul pe care s-a construit WinDETA. Implică meniul principal, linia de stare și este fereastra sursa pentru toate celelalte ferestre.



DETERMINAREA PRELIMINARA A PARAMETRILOR DIELECTRICI LA PRODUSELE ALIMENTARE SELECTATE

Incarcarile au fost realizate la o temperatura crescatoare cu cate 10 grade incepand de la 20 pana la 60°C.

Fig. 1 Variația constantei dielectrice și a factorului de pierderi la Borhot de malt - la variația temperaturii



Test Sample

+—+ Temp. [°C]=19.620 AC Volt [Vrms]=1.00
O—O Temp. [°C]=29.750 AC Volt [Vrms]=1.00
△—△ Temp. [°C]=39.733 AC Volt [Vrms]=1.00
□—□ Temp. [°C]=49.837 AC Volt [Vrms]=1.00

⊗—⊗ Temp. [°C]=19.620 AC Volt [Vrms]=1.00
X—X Temp. [°C]=29.750 AC Volt [Vrms]=1.00
γ—γ Temp. [°C]=39.733 AC Volt [Vrms]=1.00
Z—Z Temp. [°C]=49.837 AC Volt [Vrms]=1.00

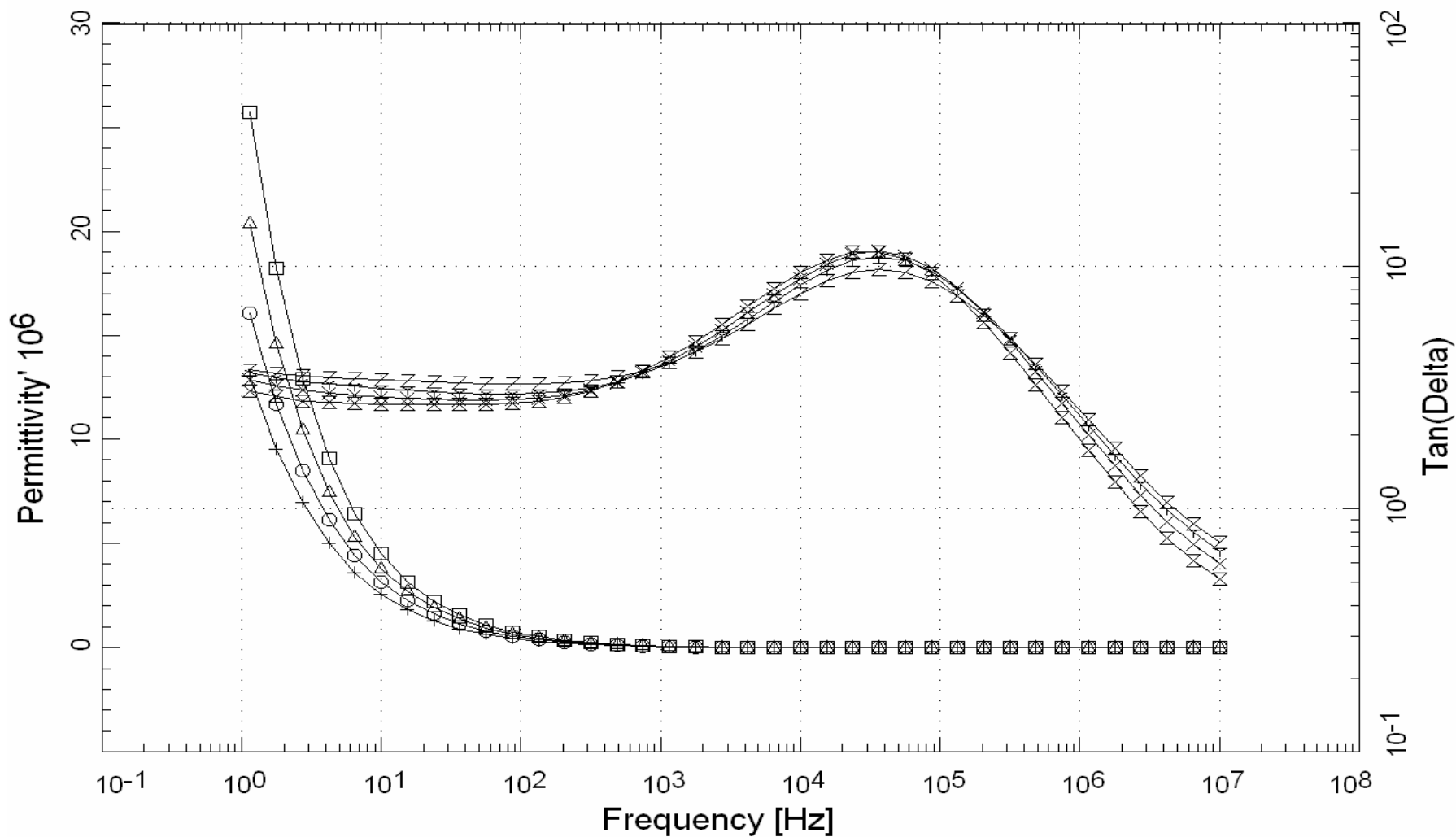


Fig. 2 Variația constantei dielectrice și a factorului de pierderi a vinului la variația temperaturii

- Incercarile dielectrice sunt realizare prin metoda spectroscopiei dielectrice pe celula dielectrică cu un capacitor placuță rotund umplut cu materialul de probă la temperaturi cuprinse in intervalul 20 -60°C.
- Graficele in care sunt prezentate dependentele permitivitatii si a tangentei unghiului de pierdere in functie de frecventa si temperatura reprezinta sunt curbe de referinta.
- Pe masura ce frecventa creste alimentele devin din ce in ce mai conductoare. Totodata permitivitatea creste cu temperatura. Incercarile dielectrice au fost realizate pentru a se putea calibra aparatul si a se putea asigura reproductibilitatea.
- Corelarea cu caracteristicile chimice se va realiza in etapa urmatoare, mai ales prin corelarea cu grupele functionale sesizate pe baza analizei spectrofotometrice. Rezultatele preliminare arata ca **aspectele curbelor rezultate in IR sunt foarte asemanatoare, dar cele dielectrice prezinta domenii distinctive clare.**

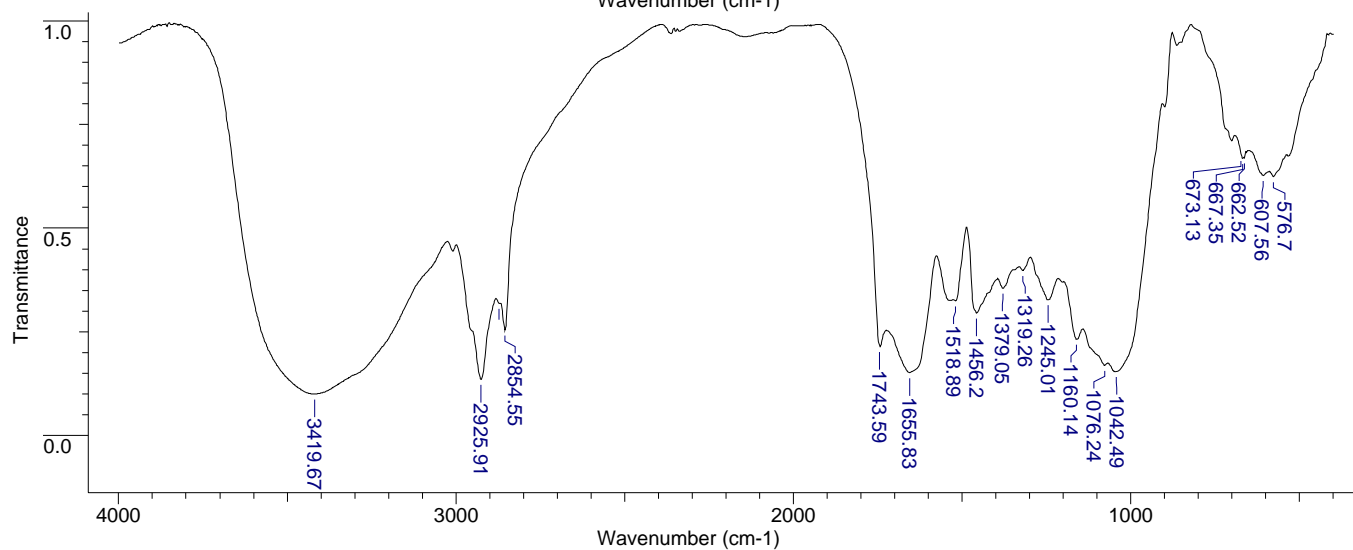
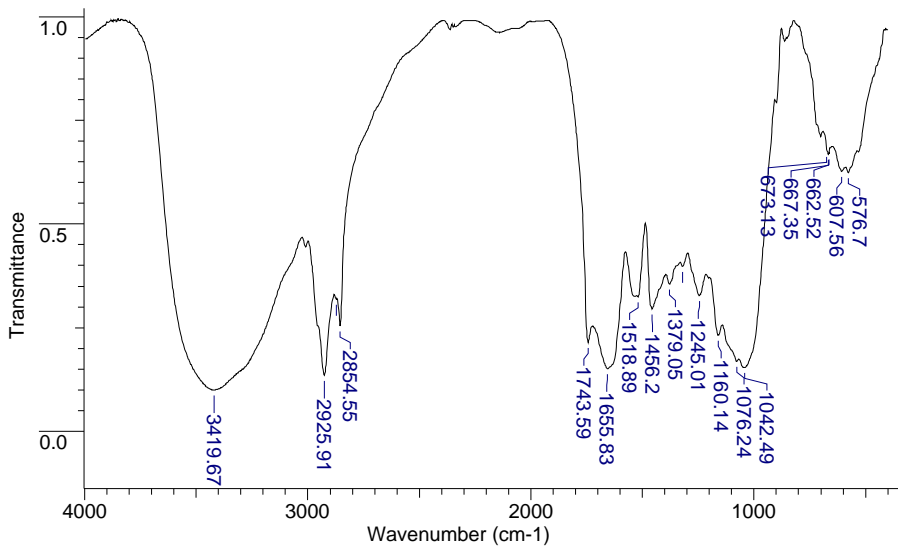
| Nr | Orz | | | Malt | | | Borhot de malt | | | Radicele de malt | | |
|----|------------------|-------|------|------------------|-------|------|------------------|-------|------|------------------|-------|------|
| | cm ⁻¹ | T | Int. | cm ⁻¹ | T | Int. | cm ⁻¹ | T | Int. | cm ⁻¹ | T | Int. |
| 1 | 436,86 | 0,874 | W | 406,00 | 0,931 | VW | 576,70 | 0,624 | M | 562,23 | 0,641 | M |
| 2 | 529,44 | 0,609 | M | 437,83 | 0,862 | W | 607,56 | 0,627 | M | 613,34 | 0,628 | M |
| 3 | 574,77 | 0,507 | M | 526,55 | 0,595 | M | 662,52 | 0,669 | M | 667,35 | 0,675 | M |
| 4 | 709,78 | 0,648 | M | 574,77 | 0,496 | M | 667,35 | 0,667 | M | 1055,02 | 0,161 | VS |
| 5 | 765,71 | 0,695 | M | 665,42 | 0,687 | M | 673,13 | 0,675 | M | 1248,86 | 0,413 | S |
| 6 | 861,19 | 0,753 | W | 670,24 | 0,690 | M | 1042,49 | 0,154 | VS | 1319,26 | 0,424 | S |
| 7 | 1019,34 | 0,100 | VS | 708,81 | 0,644 | M | 1076,24 | 0,169 | VS | 1376,16 | 0,370 | S |
| 8 | 1081,06 | 0,150 | VS | 764,75 | 0,679 | M | 1160,14 | 0,231 | S | 1423,42 | 0,364 | S |
| 9 | 1158,21 | 0,184 | VS | 861,19 | 0,703 | M | 1245,01 | 0,327 | S | 1548,78 | 0,383 | S |
| 10 | 1245,97 | 0,475 | M | 1018,38 | 0,100 | VS | 1319,26 | 0,398 | S | 1647,15 | 0,187 | VS |
| 11 | 1372,30 | 0,402 | S | 1080,10 | 0,144 | VS | 1379,05 | 0,355 | S | 2123,55 | 0,924 | VW |
| 12 | 1421,49 | 0,405 | S | 1158,21 | 0,180 | VS | 1456,20 | 0,295 | S | 2923,98 | 0,344 | S |
| 13 | 1460,06 | 0,388 | S | 1244,04 | 0,466 | M | 1518,89 | 0,325 | S | 3418,71 | 0,100 | VS |
| 14 | 1516,96 | 0,587 | M | 1370,38 | 0,380 | S | 1655,83 | 0,151 | VS | | | |
| 15 | 1654,87 | 0,347 | S | 1422,45 | 0,383 | S | 1743,59 | 0,214 | S | | | |
| 16 | 2926,87 | 0,321 | S | 1461,03 | 0,373 | S | 2854,55 | 0,254 | S | | | |
| 17 | 3401,35 | 0,174 | VS | 1656,79 | 0,372 | S | 2871,91 | 0,318 | S | | | |
| 18 | | | | 2928,80 | 0,336 | S | 2925,91 | 0,135 | VS | | | |
| 19 | | | | 3391,70 | 0,191 | S | 3419,67 | 0,100 | VS | | | |
| 20 | | | | 3799,63 | 0,921 | VW | | | | | | |
| 21 | | | | 3805,42 | 0,929 | VW | | | | | | |

CONCLUZII

Rezultatele preliminare ale cercetării sunt de real succes, tehnica de analiză a alimentelor propusă (spectroscopia dielectrică) constituind o alternativă viabilă analizelor chimice clasice utilizate în prezent;

Spectroscopia dielectrică se dovedește a fi o tehnică superioară datorită unei mai bune rezoluții în caracterizarea compușilor funcționali în sistemele macromoleculare complexe, structuri coloidale și multistrat.

| | | | |
|---------------------|---|------------------------|----------------------|
| Comment | 2008_n.533_3 | | |
| File Name | C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\GABI CONSTANTINESCU\DESKTOP\SPECTRE RC\2008_N.533_3.SPC | | |
| Date Stamp | 26/02/2008 13:49:00 | Date | 27 Feb 2008 09:09:50 |
| Instrument | VERTEX 7 | Spectral Region | IR |
| Y Axis | Transmittance | Spectrum Range | 399.2507 - 3998.2937 |
| Data Spacing | 0.9644 | Points Count | 3733 |
| | | X Axis | Wavenumber (cm-1) |



| No | cm-1 | T | Intensity | No | cm-1 | T | Intensity |
|----|---------|-------|-----------|----|---------|-------|-----------|
| 1 | 576.70 | 0.624 | M | 11 | 1379.05 | 0.355 | S |
| 2 | 607.56 | 0.627 | M | 12 | 1456.20 | 0.295 | S |
| 3 | 662.52 | 0.669 | M | 13 | 1518.89 | 0.325 | S |
| 4 | 667.35 | 0.667 | M | 14 | 1655.83 | 0.151 | VS |
| 5 | 673.13 | 0.675 | M | 15 | 1743.59 | 0.214 | S |
| 6 | 1042.49 | 0.154 | VS | 16 | 2854.55 | 0.254 | S |
| 7 | 1076.24 | 0.169 | VS | 17 | 2871.91 | 0.318 | S |
| 8 | 1160.14 | 0.231 | S | 18 | 2925.91 | 0.135 | VS |
| 9 | 1245.01 | 0.327 | S | 19 | 3419.67 | 0.100 | VS |
| 10 | 1319.26 | 0.398 | S | | | | |

Orz :

N - H amina 3401,35 - 17,4%

C - H compusi saturati 2926,87 - 32,1%

C = O amide 1654,87 - 34,7%

C - O alcoolii 1516,96; 1372,30; 1421,49; 1460,06; 1372,30-58,7%, 38,8%, 40,5%, 40,2%, 40,2%

C- N amide 1245,97 - 47,5%

C - C compusi alifatici 1158,21; 1081,06; 1019,34 - 18,4%, 15%, 10%

Malt :

N - H amina 3391,70 - 19,1%

C - H compusi saturati 2928,80 - 33,6%

C = O amide 1656,79 - 37,2%

C - O alcoolii 1461,03; 1422,45; 1370,38 - 37,3%, 38,3%, 38,0%

C - N amide 1244,04 - 46,6%

C - C compusi alifatici 1018,38; 1080,10; 1158,21 - 18%, 14,4%, 10%

Borhot din Malt :

N - H amina 3419,67 - 10%

C - H compusi saturati 2925,91; 2871,91; - 13,5%, 31,8%,

C = O amide 1743,59; 1655,83; 1518,89- 21,4%, 15,1%, 32,5%

C - O alcoolii 1319,26; 1379,05; 1456,20 -39,8%; 35,5%; 29,5%

C - N amide 1245,01- 32,7%

C - C compusi alifatici 1042,49; 1076,24; 1160,14-15,4%, 16,9%, 23,1%

Radicele de malt

N - H amina 3418,71- 10%

C - H compusi saturati 2923,98; 2123,55- 34,4%, 92,4%

C = O amide 1647,15; 1548,78 - 18,7%, 38,3

C - O alcoolii 1423,42; 1376,16; 1319,26 - 36,4%, 37%, 42,4%

C - N amide 1248,86 - 41,3%

C - C compusi alifatici 1055,02 - 16,1%