

INSTITUTUL POLITEHNIC „TRAIAN VULIA” TIMISOARA  
FACULTATEA DE ELECTROTEHNICA

ing. ROMAN MORAR

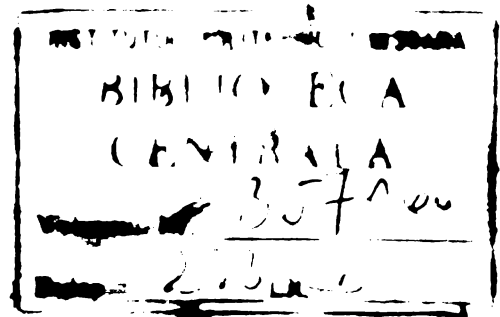
CERCETARI TEORETICE SI APLICATIVE  
PRIVIND INFLUENTA CIMPURILOR ELECTROMAGNETICE  
ASUPRA PROCESELOR BIOLOGICE ALE PLANTELOR  
DE MARE IMPORTANTA ECONOMICA

- TEZA DE DOCTORAT -

CONDUCATOR STIINTIFIC  
Prof.dr.ing. EUGEN SERACIN

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA

1 9 7 6





## C a p i t o l u l 1

### I N T R O D U C E R E

Obiectul tezei de doctorat „Cercetări teoretice și aplicative privind influența câmpurilor electromagnetice asupra proceselor biologice ale plantelor de mare importanță economică”, reprezintă o sinteză a activității de cercetare științifică a autorului, desfășurată în perioada 1970-1976. Tematica tezei se încadrează organic în orientările pe plan internațional de utilizare a energiei electrice în creșterea producției agricole; problemă de importanță mondială.

Problematika cercetării răspunde sarcinilor stabilite de Congresul al XI-lea al P.C.R., privind introducerea de tehnici și tehnologii noi în industria și agricultura țării noastre, de sporire continuă a producției agricole pe baza mecanizării, chimizării, a electrificării tot mai intense a proceselor de producție agricolă, de legare tot mai strânsă a cercetării științifice cu producția [1].

Utilizarea nemijlocită a energiei electrice în stimularea proceselor biologice ale semințelor, a productivității plantelor, este o direcție modernă, abordată recent și la noi în țară, ea constă în expunerea de scurtă durată, a semințelor, înainte de însămânțare, influenței câmpurilor electromagnetice.

Literatura prezintă rezultate experimentale, uneori contradictorii, privind influența câmpurilor magnetice electrice, electromagnetice asupra semințelor, creșterii producției. Deși se recunoaște influența acestora asupra semințelor, nu se cunoaște mecanismul acțiunii, parametrii așa-zisei „tratări electromagnetice” sînt evidențiați doar prin încercări experimentale, pe un număr mic de esanțione, fără un studiu al caracteristicilor electrofizice ale semințelor înainte și după tratare.

În lucrarea de față fenomenul tratării semințelor în câmpul electromagnetic, este interpretat în baza ecuațiilor lui Maxwell, în sens mai larg, nu numai pe baza încălzirii dielectrice, cum a fost întâlnit în literatură.

Avînd în vedere faptul că semințele sînt obiecte în care se desfășoară un lent proces biologic, pe de o parte și că în conținutul lor apa (umiditatea) sub diferitele ei forme de prezentare, ocupă un loc important, cercetarea își propune să analizeze la început, influența câmpului electromagnetic asupra unor parametri fizici, chimici ai apei și soluțiilor apoase, medii asemănătoare unor componente ale semințelor. Influența tratării în câmpul electromagnetic, asupra unor componente din semințe (fazele fluide și uleioase) este evidențiată printr-un studiu în rezonanță magnetică nucleară, de asemenea sînt urmărite modificările parametrilor electrofizici ai semințelor, prin măsurători într-o gamă largă de frecvențe (50 Hz - 12 MHz).

Prin simularea procesului tratării semințelor se pune în evidență pentru prima dată, prin metoda descărcărilor electrice parțiale, în baza unei metodologii originale, pierderile totale de putere, în dielectric și cele datorate descărcărilor parțiale, în masa de semințe.

Influența câmpurilor electromagnetice asupra proceselor biologice ale semințelor, a recoltei se verifică prin experimentări pe un număr mare de plante, în mai multe cicluri de producție, în baza unui contract cu stațiunea de cercetări agricole Turda, pe perioada 1970-1975.

Cuprinsul lucrării este organizat în 11 capitole, inclusiv concluziile generale, lista bibliografică cu 177 referiri, unde sînt cuprinse și contribuțiile autorului.

În capitolul introductiv, după fundamentarea necesității, a

importanței și locului cercetării, se arată obiectivele cercetărilor legate de influența câmpurilor electromagnetice asupra semințelor.

În capitolul al doilea, se prezintă, pe baza unei ample cercetări bibliografice, influențele câmpurilor magnetice, electrice, electromagnetice asupra moleculelor organismelor vii, plantelor, inclusiv influențele câmpului ultrasonor, a radiațiilor ionizante.

După prezentarea ipotezelor consemnate de literatură în capitolul trei, se interpretează fenomenul tratării masei semințelor în câmpul electromagnetic, mai complex, se formulează noi ipoteze, originale, privitoare la generarea ozonului, a altor agenți ionizanți, pe care îi consideră factori răspunzători pentru accelerarea unor procese biologice din semințe.

În capitolul patru se arată influența câmpului electromagnetic asupra unor parametri fizici și chimici ai apei și soluțiilor apoase, este pusă în evidență o dublă dependență a schimbării valorii conductanței ( $G$ ) rezistivității ( $\rho$ ),  $\operatorname{tg} \delta$ , pH-ului și a altor parametri fizici și chimici de valoarea intensității câmpului electric ( $E$ ), de timpul ( $t$ ) de acțiune al acestuia. Folosindu-se metoda titrării se determină cantitatea de ozon ( $O_3$ ), agent oxidant, generat în câmpul electromagnetic.

Capitolul cinci prezintă măsurătorile efectuate într-o gamă largă de frecvențe asupra unui mare număr de probe de semințe tratate în câmpul electromagnetic și asupra martorilor. Pe baza măsurătorilor factorului de calitate ( $Q$ ), a unor programe de calcul, se scoate în evidență schimbările constantei dielectrice ( $\epsilon_{sm}$ ) a  $\operatorname{tg} \delta_m$ , a masei de semințe funcție de parametrii tratării.

Capitolul șase, destinat studiului în rezonanță magnetică nucleară a influenței câmpului electromagnetic asupra semințelor, urmărește modificările timpilor de relaxare nucleară spin-rețea ( $T_1$ ), spin-spin ( $T_2$ ) pentru fazele fluide și uleioase din semințe. Datele

experimentale prelucrate în baza unui program de calcul, demonstrează faptul că în timpul tratării se formează radicali liberi în fazele fluide de semințe, care probabil poartă răspunderea pentru desfășurarea mai accelerată a proceselor biochimice ulterioare.

Simularea procesului tratării semințelor, după o metodologie originală, este prezentată în capitolul șapte. Fenomenul tratării masei semințelor este studiat prin descărcări electrice parțiale, determinînd pe această cale puterea cheltuită prin descărcări parțiale, factor ce creează și întreține agenții ionizanți.

Capitolele opt, nouă și zece, sînt consacrate prezentării rezultatelor experimentale privind influența cîmpului electromagnetic asupra diferitelor soiuri de grîu, porumb, orz, ovăs, soia, fasole, tomate, sporurile de producție obținute în cîmpurile experimentale. Sînt prezentate de asemenea, influențele cîmpului electromagnetic în combaterea unor boli ce se transmit prin semințele plantelor, un procedeu și o instalație originală brevetată la noi în țară.

În capitolul concluzii, se prezintă în sinteză influențele cîmpului electromagnetic asupra diferitelor medii supuse tratării, subliniindu-se perspectivele și noile domenii de utilizare a energiei cîmpurilor electromagnetice în sporirea producției agricole.

Prin documentările efectuate de autor în laboratoarele de profil ale firmei SIEMENS din Erlangen - R.F.G. (1974), în laboratoarele de studiu și cercetarea dielectricilor, a tehnicii tensiunilor înalte ale Institutului politehnic din Leningrad (1975), imprimă tematicii și conținutului cercetărilor, cerințele și exigențele mondiale din acest domeniu.

Autorul exprimă recunoștință pentru îndrumarea la începutul activității de cercetare, celui care a fost prof.emerit dr.ing. MIHAI BRASOVAN.

Cele mai călduroase mulțumiri, autorul le adresează și pe această cale conducătorului științific prof.dr.ing.EUGEN SERACIN pentru coordonarea competentă și permanentă, pentru atenția și sprijinul acordat în elaborarea tezei de doctorat.

## C a p i t o l u l 2

### INFLUENTE ALE CIMPURILOR ELECTROMAGNETICE ASUPRA PROCESELOR BIOLOGICE

2.1. Scurt istoric. Observată de multă vreme, acțiunea câmpurilor magnetice, prin efectul de perturbație a proceselor biologice vegetale sau animale, nu este însă riguros studiată pînă la începutul secolului nostru.

Încă în anul 1892, F.PETERSON, E.A.KENNELLY [133] relatează despre ample experiențe făcute la „Thomas Edison Laboratory” cu câmpuri magnetice de 0,1-0,25 T asupra organismelor. De la M.A. d'ARSONVAL [4] avem prima informație despre efectele măsurabile ale câmpurilor magnetice asupra omului, și anume: un câmp magnetic alternativ de 10-100 Hz și 0,02-0,1 T, acționînd asupra capului, produce fosfene - senzații luminoase - produse de fenomene fizice. Putem spune că Biomagnetica modernă începe cu descoperirea lui d'Arsonval.

În cursul ultimelor decenii s-au efectuat un mare număr de experiențe biomagnetice, majoritatea fiind prezentate de către M.F. BARNOTHY în „Biological Effects of Magnetic Fields” [10]. Epoca renașterii magnetobiologiei este considerată de către I.A.HOLODOV, [49] convențional, că datează din anul 1961 cînd, la mai multe consfătuiri științifice internaționale se dezbateau problemele magnetobiologiei.

Influența câmpurilor magnetice asupra plantelor a fost însă mai puțin cercetată. P.W.SSAWASTIN [156], descrie în paginile revistei „Planta” în anul 1930 experiențe de stimulare a creșterii plantelor expuse acțiunii unui câmp de 0,02-0,21 T, realizate în laboratoarele Universității din Tomsk.

În observațiile cu caracter experimental, se recunoaște acțiunea câmpurilor electromagnetice asupra plantelor; dar nu se cunoaște mecanismul acțiunii.

## 2.2. Influente ale câmpului magnetic

2.2.1. Prezentare generală. In toate interacțiunile câmp magnetic-organism, mărimea caracteristică este densitatea fluxului de inducție magnetică B. Din spectrul de densități de flux cu semnificație rațională care cuprinde aproximativ 20 de puteri ale lui 10, de la spațiul interplanetar cu  $10^{-8}T$  pînă la  $10^{-10}T$  pe de o parte și pînă la densități teoretic realizabile de  $10^9T$ , în „cavitatarea neagră”, sînt analizate acele domenii care corespund scopului urmărit. Laboratoarele de cercetare și dezvoltare ale centralei „Siemens” din Erlangen spre exemplu, studiază domeniul  $5 \cdot 10^{-5}T - 10^{-12}T$ , legat de acțiunea câmpurilor electromagnetice ale mijloacelor de transport suspendate asupra pasagerilor.

In figura 1.1 se arată schematic influențele câmpurilor magnetice asupra organismelor vii. După cum se observă, câmpurile proprii datorate curenților din conducătorii nervoși se suprapun câmpului geomagnetic de  $5 \cdot 10^{-5}T$  și se folosesc pentru măsurători medicale [26,27,69].

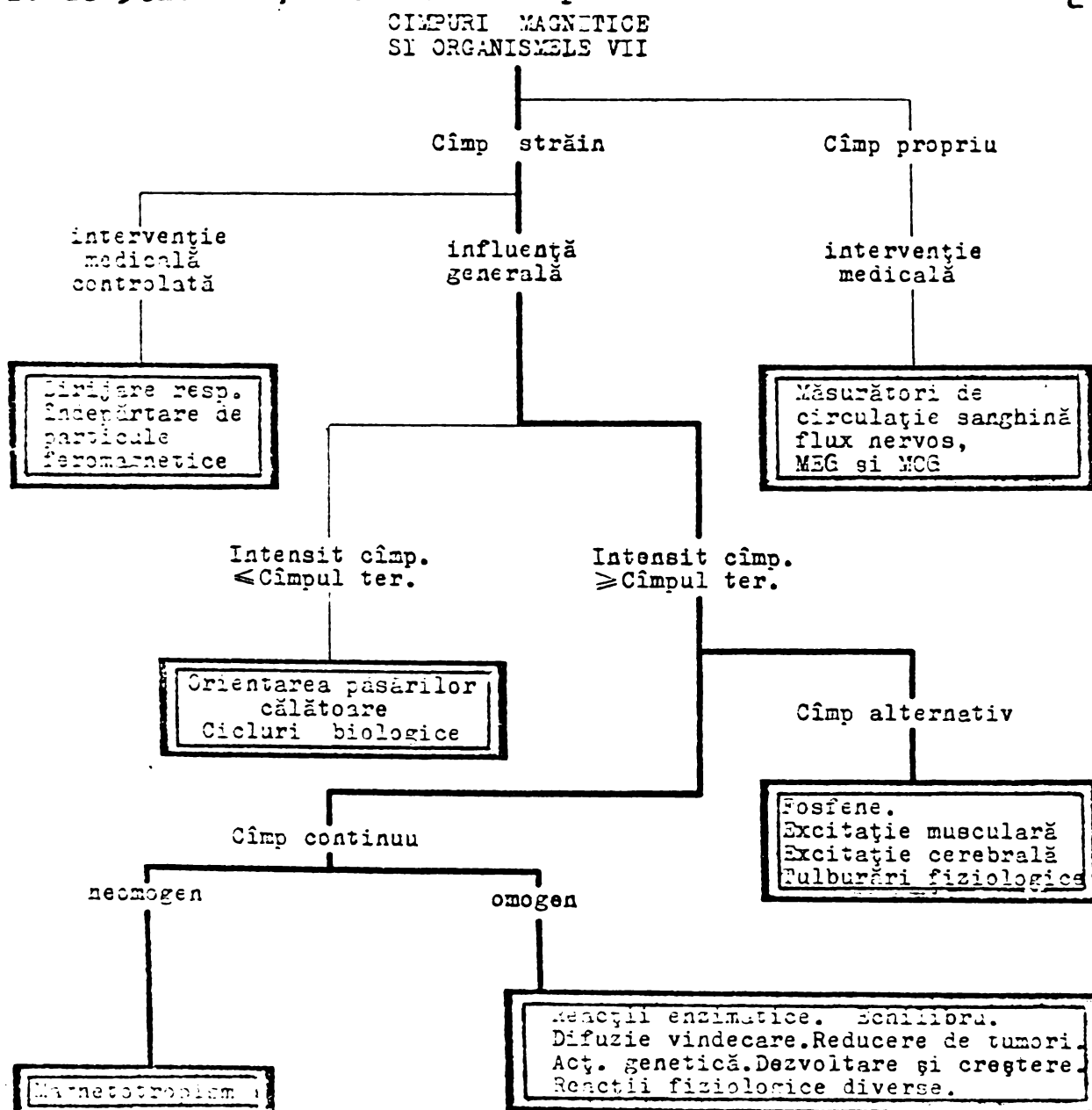


Fig.2.1. Inluente ale câmpurilor magnetice ale organismelor vii.



În cazul influenței câmpurilor străine asupra organismului este necesar să se facă distincție între influența medicală controlată și celelalte influențe. Câmpurile alternative sînt cauza apariției la om a fosfenelor, excitațiilor musculare și alte reacții fiziologice, după relatările lui D. IRWIN [51]. Pentru a avea o privire de ansamblu sistematică, vom prezenta în sinteză acțiunea câmpurilor magnetice asupra organismelor inferioare: celule, țesuturi, plante și primatelor superioare.

2.2.2. Câmpul magnetic și influența sa asupra moleculelor, celulelor, țesuturilor. Încă în anul 1937, M.W. JENNISON [53], efectuînd experiențe cu bacterii și drojdii, în câmpuri magnetice omogene de 0,3 T cu o durată de 48 ore, arată că nu a înregistrat efecte de influențe vizibile. În anul următor, 1938, G.C. KIMBALL [63] relatează despre efectele de inhibare a creșterii drojdiilor în câmpuri magnetice neomogene de 0,4 mT. M. LENZI [83] a obținut întîrzierea creșterii tumorilor în câmpuri magnetice de 0,15-0,17 T. J.E. MALING [88] nu stabilește nici o modificare a gradientului de reacție în măsurătorile fizico-chimice, în câmpuri magnetice de pînă la 4,8 T. Aceste rezultate contradictorii sînt completate de lucrarea lui W. HABERDITZL [44] publicată în anul 1967, care confirmă creșterea activității catalazei în câmpuri omogene și neomogene pînă la 7,8 T. Dovezi semnificative ale influenței câmpurilor magnetice asupra moleculelor orientate magnetic sînt comunicate în anul 1969 de către Y. GO ș.a. [42].

2.2.3. Câmpul magnetic și organismele vii. În acest domeniu, preocupările și literatura de informare științifică sînt mai bogate. Observațiile făcute pe animale de experiență, expuse în câmpuri magnetice omogene de 0,24 T, de către J.M. BARNOTHY [9], arată tulburări în creștere și modificarea leucocitelor. Modificări în funcționarea organelor de echilibru sînt de asemenea semnalate de către J.M. BARNOTHY [11], în câmpuri neomogene de la 1-10 T. W.C. LEVENGOOD [34] pune în evidență modificări genetice la *Drosophila*, care a fost expusă minute în câmpuri de 2,4 T. În anul 1960, s-a întreprins

de studii și experiențe în multe țări, pentru găsirea unei relații între parametrii optimali ai câmpurilor magnetice și reacțiile organismelor. Primele comunicări în legătură cu „omul și câmpul magnetic” se fac abia în anul 1962 de către D.E.BEISCHER [15]. În anul 1971, același autor [16] relatează faptul că „lucrătorii care, la reglarea ciclotroanelor au ajuns cu tot corpul lor între polii magnetici excitați a căror câmpuri magnetice erau de 2 T, s-au plîns de un rău similar răului de mare”.

În relatările lui P.A.RUBTOV [147] se evidențiază o reducere a capacității cardiace la oamenii care au lucrat în condiții de câmp magnetic cu intensitatea de la  $12 \cdot 10^3$ - $12 \cdot 10^4$  A/m.

V.MUTSCHALL [116] relatează despre experiențe efectuate în S.U.A., U.R.S.S. privitoare la om și câmp magnetic; despre recomandările introduse în anul 1970, la „Stanford Linear Accelerator Center”, arătînd că, valoarea maximă a câmpului este de ordinul 0,07-0,2 T pentru staționări a oamenilor de durată orelor.

#### 2.2.4. Câmpul magnetic și influența sa asupra plantelor

După publicarea experiențelor lui SSAWOSTIN [156], literatura de specialitate prezintă puține experiențe pînă în jurul anului 1960. L.I.AUDUS de la Universitatea din Londra, [5, 6, 7], arată că rădăcinile și mlădițele unor plante ca hameiul, floarea-soarelui și altele, pot fi influențate în ce privește direcția lor de creștere într-un câmp foarte neomogen, cu o densitate de 0,4 T și un gradient de 50 T/m. Ele se dezvoltă întotdeauna în direcția gradientului de câmp; acestui fenomen i s-a atribuit denumirea de magnetotropism. Magnetotropismul este cercetat și de către A.V.KRYLOV [74, 75]. Analiza creșterii orzului în câmpuri magnetice s-a realizat la universitățile de stat din Montreal, Michigan de către R.P.MERICLE [92], efectele maxime de creștere, de aproximativ 10%, s-au obținut la intensități ale câmpurilor magnetice de 0,12 T, care a acționat asupra plantelor timp de 50-100 de ore. Cauza

creșterii mai mari a plantelor, după părerea autorilor, s-ar datora acțiunii câmpului magnetic asupra microelementelor feromagnetice prezente în plante, accelerându-le în deplasarea lor. P.JITARU [54], prezintă concluzii privind acțiunea câmpurilor magnetice asupra țesuturilor plantelor; iar un colectiv de la Institutul politehnic din Iași [139] informează despre acțiunea câmpurilor magnetice asupra schimbării permeabilității membranelor celulare.

I.B.TOROPTEV ș.a., [167] arată că odată cu mărirea expunerii, a intensității și neomogenității câmpului magnetic, acțiunea asupra obiectului biologic se mărește, ducând pînă la distrugerea biologică a lui, fără însă a stabili o legitate.

E.Z.GAK [35, 36], arată că influența câmpurilor magnetice se manifestă prin procese complexe de accelerare a schimbărilor la nivel celular.

Accelerarea unor procese biologice, ca urmare a influenței câmpurilor magnetice subliniază ALEXANDER KOLIN [70], că s-ar datora probabil schimbării potențialelor electrice la nivel celular.

În anul 1970 A.PIRUZIAN ș.a., [135], arată că mecanismul acțiunii câmpurilor magnetice asupra obiectelor biologice, trebuie să fie legat de influența câmpurilor magnetice asupra electroliților și apei ce intră în structura organismelor vii, fără a prezenta o relație de dependență între mărimile caracteristice ale câmpurilor magnetice și proceselor biologice.

D.A.DULBINSKAIA [32], informează că, câmpurile magnetice puternice stimulează biosinteza albuminelor și acizilor nucleici în țesuturile semințelor de porumb.

S.I.LEBEDEV ș.a., [81], în 1975 arată că în experiențele cu câmpuri magnetice continue de 5020 Oe, au constatat o intensificare a respirației semințelor de soia și grâu; schimbarea permitivităților membranelor celulare.

Datorită dificultăților tehnice și de exploatare referitoare la creșterea și cultivarea semințelor, a plantelor în câmpurile ma

netice omogene și neomogene, în literatură nu s-au întâlnit cazuri de generalizare a acestei metode.

### 2.3. Influențe ale câmpului electric asupra plantelor (semintelor)

2.3.1. Prezentare generală. Intre informațiile timpurii privind influența câmpurilor magnetice asupra plantelor, le întâlnim și pe cele din documentele primului Congres Internațional de Electroradiobiologie de la Bologna din 1935. I.L.PECH [132], anunță cercetări referitoare la rolul câmpului electric terestru în fenomenele biologice. N.MARINESCU [89] constată că un câmp electrostatic cu sensul câmpului electric terestru, accelerează fluxul sevei și ulterior dezvoltarea plantei. În lucrările lor JOYET și MERCIER [56] cercetează acțiunea ionizării și a câmpului electric natural și artificial. Mc LAY și SCOTT [80] au exprimat o legătură între diferențele de potențial ale mediului în care se dezvoltă rădăcinile și ritmul de creștere a plantelor în mod grafic. Procesele legate de germinarea semintelor și modificările histologice sînt studiate de către OKAMOTO [126]. Mai recent, S.O.NELSON ș.a [117], utilizînd câmpuri electrice de radiofrecvențe în tratarea semintelor de grîu, obțin sporuri de producție. L.E.MURR [115], experimentînd câmpurile electrostatice în tratarea semintelor de grîu, nu remarcă o tendință semnificativă în creșterea vitezei de germinare. În schimb B.RICCIONI [146], susține avantajele și necesitatea aplicării tehnologiilor electrice, remarcînd accelerarea unor procese biologice ale plantelor, ca urmare a acțiunii câmpului electric.

Ritmuri de creștere a plantelor ecranate în cuști Faraday, a constatat și A.A.KICIGIN [62]. Unii cercetători, folosind câmpul electric artificial produs de o rețea metalică cu vîrfuri orientate către sol și electrizată pozitiv, au constatat creșterea respirației, asimilației clorofiliene și activizarea altor fenomene. Câmpul electro-

static, se arată în [47], are influență asupra dezvoltării plantelor, modifică metabolismul proteic.

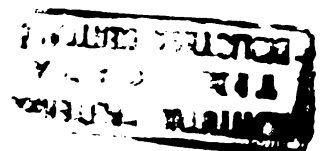
Vom analiza - după cum sînt prezentate și în literatură - influențele cîmpurilor electrice alimentate în curent continuu, curent alternativ de frecvență industrială și înaltă tensiune asupra semințelor.

2.3.2. Cîmpul electric continuu. În acțiunea de utilizare a tehnologiilor electrono-ionice în agricultură, arată A.M.BASOV [13] atenția a fost îndreptată la început, spre utilizarea cîmpului electric de curent continuu, de înaltă tensiune; producțiile la hectar se pot mări cu circa 10%, utilizînd semințe tratate în acest cîmp. V.A. OKULOVA [127], susține că în urma tratării în cîmp electric a grîului, s-a înregistrat o creștere a producției la hectar și a conținutului de proteine al semințelor, tratamentul însă, nu influențează și generația următoare de plante. F.Ia.IZAKOV [52] a urmărit conținutul de proteine în semințele produse de plantele cerealiere a căror semințe înainte de însămînțare au fost tratate electric, creșterea înregistrată este de 12-14% față de plantele martor.

Efectul biologic maxim a fost obținut, informează A.M.BASOV [14] în cazul semințelor cu umiditate condiționată între 13-15% tratate în cîmpurile electrice; în unele cazuri însă producția realizată este sub media martorilor netratați.

Influența cîmpurilor statice, în comparație cu cele de 60 Hz, privind viteza de germinație a semințelor de grîu și soia, după cum susține FRED W.WEATON [172], este mai mică, constatîndu-se în unele cazuri chiar efecte de inhibare a creșterii plantelor.

A.I.LEBEDIC [82], tratînd semințe de sfeclă de zahăr în cîmpuri electrice de intensitate  $E = 3$  kV/cm, obține sporuri de producție, ale energiei germinative de 9%; în unele cazuri efectele sînt negative, față de martor.



Deși se recunoaște influența câmpurilor electrice alimentate în curent continuu, arată P.H.LISTOV [85], nu se poate vorbi de o generalizare a lor în stimularea producției agricole.

2.3.3. Câmpul electric alternativ. Utilizarea câmpului electric alimentat în curent alternativ reprezintă o nouă direcție în utilizarea factorilor fizici pentru accelerarea unor procese biologice, pentru creșterea producției de cereale la hectar.

N.F.ROJEVNIKOVA ș.a., [67], arată că plantele răsărite din semințele de porumb tratate în câmpuri electrice alimentate în curent alternativ de frecvență industrială și înaltă intensitate, prezintă o fotosinteză mărită și un spor de circa 6-10% al masei organice uscate.

În cercetările realizate de W.C.JURGENS [57] se face o paralelă între efectul produs de câmpul de înaltă frecvență și câmpul electric de înaltă intensitate, apreciindu-se faptul că ultimul este mai eficace. I.S.SMIRNOVA ș.a., [153] arată că stimularea creșterii producției de circa 10-15% și a masei verzi, s-a obținut la aproape toate soiurile de semințe supuse tratării în câmpuri electrice alternative.

I.KEIMERIS ș.a., [71] de la Institutul politehnic Kaunas-Vilnius, relatează - fără a preciza parametrii instalației folosite - că s-a obținut în urma tratării în câmpuri electrice alternative o accelerare a ritmului germinăției semințelor.

G.V.SMIRNOV [60], afirmă că efectul de stimul mai mare al germinăției semințelor, s-a obținut în varianta câmpului electric cu curent alternativ de frecvență industrială și înaltă intensitate.

În cercetările referitoare la accelerarea ritmului germinăției diferitelor soiuri de semințe cu ajutorul razelor infraroșii și a câmpurilor electrice de înaltă frecvență, efectuate de S.O.NELSON și alții [118], de la Universitatea Nebraska-Lincoln, se ajunge la concluzia că eficacitatea celor două feluri de tratamente este asemănă-

toare. Utilizând impulsuri electrice în alimentarea câmpului electric în vederea stimulării germinației semințelor, J.KREI ș.a., [72], precizează că acțiunea acestui tip de câmp s-a dovedit în unele cazuri stimulative, iar în altele distrugătoare.

Folosind un câmp electric ( $E = 2-6 \text{ kV/cm}$ ), de frecvență industrială, N.GEORGHIU ș.a., [41], propune un procedeu pentru mărirea puterii de germinație la semințe, cu aplicare în agricultură și industria alimentară.

O nouă direcție de utilizare a câmpului electric alternativ și anume aceea de tratare, a unor boli ce se transmit prin semințele plantelor, este propusă pentru prima dată în 1971, de către R.MORAR ș.a., [94, 95].

La a III-a Conferință a electricienilor din 1972, R.MORAR ș.a., [98] prezintă o instalație de laborator ce folosește un câmp electric alternativ, de frecvență industrială, ce poate fi utilizată în tratarea îngrășămintelor chimice în vederea creșterii producției agricole.

Printre direcțiile de perspectivă pe perioada 1976-1980 stabilite în unele țări dezvoltate, utilizarea tehnologiilor electro-ionice, a câmpurilor electromagnetice în procesele de tratare a semințelor plantelor, pentru creșterea producției agricole, ocupă un loc important.

R.MORAR ș.a., [96, 99, 100, 101], evidențiind influența câmpului electromagnetic alternativ asupra germinației semințelor, a producției principalelor plante cerealiere, subliniază perspectivele acestei metode moderne de utilizare a energiei electrice în agricultură.

#### 2.4. Influențe ale câmpului ultrasonor, a radiațiilor ionizante.

Printre factorii fizici utilizați în accelerarea dezvoltării plantelor este și câmpul ultrasonor. Primele observații cu privire la influența câmpului ultrasonor asupra germinației semințelor au fost publicate în anul 1931 de către N. SAIRDS [37].

Influența ultrasunetelor asupra organismului vegetal are la bază, se pare, procese de natură mecanică și electrochimică; semințele, sub acțiunea ultrasunetului, suferă transformări care duc la mărirea respirației lor. Influența ultrasunetului asupra producției sfeclei de zahăr, floarea-soarelui și porumbului, a fost cercetată de S.LUCA și alții [88]. Efectele de stimul cu ultrasunete a proceselor biologice; stimularea germinăției, a respirației și producției de grâu, este studiată de către D.AUSLANDER și E.VERESS [8]. M.C.TUDOR [168, 169] prezintă rezultatele influenței tratamentului cu ultrasunete asupra florii-soarelui.

Din analiza literaturii, rezultă că radiațiile ionizante sînt tot mai mult utilizate în stimularea activității obiectelor biologice vegetale. Interacțiunea radiației cu materia provoacă, se pare, fenomene de natură electrochimică, realizîndu-se astfel absorbția energiei radiațiilor. S.R.CALDECOTT [22], semnalează acțiunea radiației X, asupra semințelor de leguminoase. Rolul stimulatîv al radiațiilor ionizante la doze mici și acțiunea lor mutagenă este arătată de către N.P.DUBININ [31]. Fenomenele complexe - radiație-semințe - sînt studiate în S.U.A., U.R.S.S., R.S.România și alte țări.

Utilizarea cîmpurilor electrice alternative comparativ cu razele  $\gamma$ , în tratarea semințelor, reprezintă o direcție de mai mare perspectivă.



## Capitolul 3

### INFLUENȚA CIMPURILOR ELECTROMAGNETICE ASUPRA SEMINTELOR

#### 3.1. Ipoteze

3.1.1. Ipoteze consemnate de literatură. În literatură au fost întâlnite foarte puține ipoteze referitoare la mecanismul acțiunii câmpului electromagnetic asupra semințelor; experiențele realizate urmăreau să stabilească anumite relații între intensitatea câmpului ( $E$ ), tensiunea de alimentare ( $U$ ), timpul de expunere a semințelor acțiunii câmpului și efectul biologic.

Arătând că legătura de hidrogen este foarte răspândită în structurile biologice, energia căreia este de 0,1-0,5 eV, ca ordine de mărime fiind mai mică decât legătura de valență, E.F.KAZANTEV [58], presupune că în primul rând câmpul electric va acționa asupra acestei legături de hidrogen. Acțiunea câmpului electric constant, se poate evidenția cu ajutorul tabloului calitativ al comportării groapei duble de potențial a legăturii de hidrogen în câmp electric, adică din compunerea grafică a energiei potențiale a legăturii de hidrogen ( $U_x$ ), cu energia câmpului electric ( $W_x$ ) - fig.3.1. Se observă ușor că, în câmpuri electrice destul de puternice, înălțimea

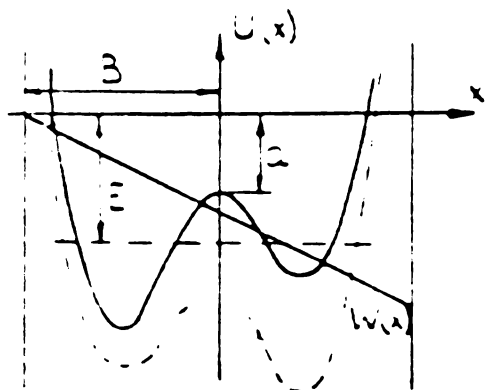


Fig. 3.1. Groapa dublă de potențial a legăturii de hidrogen în câmp electric.

barierei de potențial a legăturii de hidrogen se poate substanțial micșora, ceea ce permite trecerea protonului dintr-o groapă în alta.

O privire însă mai riguroasă a acestui fenomen, presupune rezolvarea ecuației diferențiale de undă a lui SCHRÖDINGER

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U - W) \psi = 0 \quad (3.1)$$

unde  $\psi$  - funcția-undă a protonului;

$\hbar$  - constanta lui Planck;

$m$  - masa protonului;

$E$  - energia protonului;

$U$  - funcția potențială a legăturii de hidrogen;

$W$  - energia câmpului electric.

Coeficientul de trecere  $D_E$  se arată în [58], este proporțional cu pătratul câmpului electric  $E$  iar energia necesară trebuie să fie de ordinul energiei caracteristice a sistemului:

$$E \cong 10^6 \quad [V/cm] \quad (3.2)$$

Fără a neglija materialul experimental obținut pînă în prezent, mecanismul acțiunii câmpurilor electromagnetice nu este clarificat, lipsește de asemenea un mod unitar de experimentare și de interpretare a influenței câmpului electromagnetic asupra sistemelor biologice.

Socotind celula ca un sistem deschis în care au loc reacții chimice, procese de conductibilitate termică și difuzie, care polarizează în câmpul electromagnetic, expresia intensității entropiei propusă de S.L.ARBURG și V.R.FAINTELIBERG BLANK [3], are următoarele aspecte:

$$\begin{aligned} \sigma = & -\frac{1}{T^2} I_q \nabla T - \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n I_i \left[ T \nabla \left( \frac{\mu_i}{T} \right) - z_i E' \right] - \\ & - \frac{1}{T} \sum_{j=1}^n I_j A_j - \frac{\rho}{T} \frac{dp'}{dt} (E_p' - E') - \frac{\rho}{T} \frac{dm'}{dt} (H_p' - H') \geq 0 \quad (3.3) \end{aligned}$$

unde:  $I_q, I_i$  - fluxuri de căldură și difuzie;

$I_j$  - viteza reacției chimice;

$\mu_i$  - potențialul chimic, al componentei  $i$  a mediului ce polarizează;

$A_j$  - gradul reacției chimice;

$p' = \rho^{-1} p$ ;  $m' = \rho^{-1} M$  - polarizarea și magnetizarea specifică;

$Z_i$  - sarcina specifică a componentei  $i$ .

În expresia (3.3) primul membru reprezintă conductibilitatea termică, al doilea difuzia, al treilea este legat de reacțiile chimice, iar al patrulea și al cincilea sînt legați de acțiunile de polarizare și magnetizare.

N.F.KOJŠVNIKOVA [66] presupune că masa de semințe supuse tratării, între plăcile unui condensator plan, recepționează o cantitate de energie, care o denumește doză de activare, notată cu  $D_A$

$$D_A = \frac{f \varepsilon \operatorname{tg} \delta U^2 \tau}{1,8 \cdot 10^{10} d^2} = \frac{f \varepsilon \operatorname{tg} \delta E^2 \tau}{1,8 \cdot 10^{10}} \quad [\text{j/m}^3] \quad (3.4)$$

În relația de mai sus, parametrii  $\varepsilon$  și  $\operatorname{tg} \delta$  au fost măsurați, iar mărimea  $\tau = f(W, t)$  reprezintă un coeficient experimental ce ține seama de umiditatea semințelor ( $W$ ), de timpul de expunere ( $t$ ), obținut pe cale experimentală. Metodologiei de mai sus, după cum arată și autoarea, este necesar să i se aducă corecții, în funcție de rezultatele experimentale obținute cu semințe tratate.

Recent, I.POP ș.a., [138] au propus un procedeu chimic de influențare a procesului de germinare a semințelor. Menținerea semințelor înainte de însămînțare un timp limitat, în apa în care s-a adăugat apă oxigenată ( $H_2O_2$ ) 3-5%, deci într-o soluție cu pH mic, are un efect de stimul al proceselor biologice ale semințelor, plantelor.

Ipotezele enunțate mai sus justifică necesitatea unui studiu sistematic al influenței câmpului electromagnetic asupra componen-  
telor semințelor, asupra semințelor în general.

3.1.2. Noi ipoteze privind influența câmpului electromagnetic asupra semințelor. Autorul își propune să adâncească concluziile deja cunoscute și să aducă noi dovezi privind influența câmpului electromagnetic asupra semințelor. Pornind de la faptul că, tratarea semințelor se realizează în mediul dintre plăcile unui condensator plan, situate la distanță mică, alimentat în curent alternativ ( $f = 50 \text{ Hz}$ ) la tensiuni înalte, autorul consideră mai potrivit să folosească în continuare noțiunea de câmp electromagnetic în locul celor întâlnite în literatură - câmp electric. Aceasta este în concordanță cu susținerile lui L.D.LANDAU și E.M.LIFSIT [79] referitoare la capacitate într-un circuit cuasistaționar, în cazul trecerii prin circuit a curentului alternativ, armăturile condensatorului se vor încărca și descărca periodic, jucând astfel rolul „surselor pozitive și negative” de curent în circuitul deschis.

După cum fundamentează I.S.ANTONIU [2], sarcinile variabile în timp produc în întreg spațiul înconjurător un câmp electric variabil în timp. Câmpul magnetic variabil și câmpul electric variabil sînt inseparabile unul de altul; producerea unuia dintre acestea într-o regiune a spațiului atrage după sine producerea celuilalt. Legătura dintre aceste câmpuri este exprimată după cum se știe de ecuațiile lui MAXWELL:

$$\begin{aligned} \text{rot } \bar{H} &= \bar{\delta} + \frac{d\bar{D}}{dt}, \\ \text{div } \bar{D} &= \rho, \\ \text{div } \bar{B} &= 0, \\ \text{rot } \bar{E} &= - \frac{d\bar{B}}{dt} \end{aligned} \tag{3.5}$$

completate cu relațiile de legătură

$$\begin{aligned} \bar{D} &= \epsilon \bar{E} \\ \bar{B} &= \mu \bar{H} \\ \bar{\delta} &= \gamma \bar{E} \end{aligned} \tag{3.6}$$

valabile pentru un dielectric perfect, un mediu magnetic perfect și un conductor liniar. În cazul dielectricului perfect, de permitivitate  $\epsilon$ ,  $\delta = 0$ , iar ecuațiile de legătură ale câmpurilor au următoarea formă:

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \bar{H} &= \epsilon \frac{d\bar{E}}{dt} \\ \operatorname{rot} \bar{E} &= -\nu \frac{d\bar{H}}{dt} \end{aligned} \quad (3,7)$$

Acest mod de privire dă posibilitatea unei analize mai complexe a influenței câmpului electromagnetic asupra proceselor biologice ale semințelor.

Semințele reprezintă obiecte biologice complexe, în care are loc un lent proces de schimbare a substanțelor; o parte importantă a conținutului îl formează apa sub diversele ei forme de prezentare (apă de legătură, de structură), pe lângă celelalte componente (aminoacizi, proteine, enzime, vitamine, celuloză și altele) fiecare cu diferite proprietăți electromagnetice. Trebuie să arătăm de asemenea, că semințele au deja constituit în embrion un proces biologic.

Considerăm că sub influența câmpului electromagnetic, ca și în cazul radiațiilor ionizante - se produc reacții de oxidări, de reduceri etc., factori de influență asupra metabolismului celular.

---

Nu ne propunem să analizăm influența câmpului electromagnetic asupra fiecărui element; procesele biologice intime ale seminței - aceste probleme depășind tematica prezentei lucrări - ci să analizăm din punct de vedere energetic influențele câmpului electromagnetic asupra semințelor supuse tratării.

Aprecierea efectului de influență numai prin cantitatea de energie cedată masei de semințe ( $j/m^3$ ), prezentată în [68], o considerăm susceptibilă de îmbunătățiri, ținând seama de factorii ionizanți generați în timpul tratării în câmp. Câmpul electromagnetic transferând energie, semințelor, le aduce într-o stare exci-

ionizată; acestea cînd ajung în sol, în condiții corespunzătoare de umiditate, căldură, aer, prezintă procese biologice mai intense decît semințele netratate.

Pe baza acestor considerente, autorul face următoarele ipoteze privind influența cîmpului electromagnetic asupra semințelor:

a) cîmpul electromagnetic produce în semințele supuse tratării, polarizarea componentelor acestora;

b) cîmpul electromagnetic, dezvoltă agenți ionizanți, care influențează procesele biologice ale semințelor; influența poate avea un rol stimulator pînă la o anumită valoare a cîmpului și a timpului de tratare, după care pot apărea procese ce deranjează dezvoltarea biologică normală, chiar letale;

c) cîmpul electromagnetic produce importante transformări în primul rînd asupra apei prezente sub diversele ei forme în semințe, modificîndu-i unii parametri fizici și chimici; apa în această stare va juca un rol mai mare în desfășurarea proceselor complexe biologice;

d) în cîmpul electromagnetic se realizează o așa-zisă „tratare a unor boli” ce se transmit prin semințele plantelor, asigurîndu-se astfel, condiții mai bune dezvoltării plantelor în primul stadiu de evoluție;

e) cuantele de energie, recepționate de semințe au influență limită în timp și se pun în evidență numai în cazul cînd semințele tratate ajung în condiții corespunzătoare de germinare.

C a p i t o l u l 4

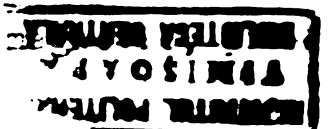
INFLUENTE ALE CIMPURILOR ELECTROMAGNETICE  
ASUPRA UNOR PARAMETRI FIZICI SI CHIMICI  
AI APEI SI SOLUTIILOR APOASE

4.1. Prezentare generală. Apa reprezintă un important constituent al organismelor vii, vehicul al substanțelor, aliment pentru unele plante, mediu de transport pentru organisme și celule, mediu de desfășurare a reacțiilor biochimice, biofizice de bază.

Subliniind rolul apei, în procesele biologice, V. SAHLEANU [149] arată că ea se caracterizează prin: constantă dielectrică ( $\epsilon \approx 81$ ), conductibilitate electrică scăzută (0,157 S), punct de fierbere; este neutră din punct de vedere chimic (pH = 7). Legăturile dintre moleculele de apă ( $H_2O$ ) sînt legături de hidrogen; sînt molecule dipol și au un pronunțat cîmp electric. După descoperirea lui PICARDI (1962) [134], referitoare la influențele asupra vitezelor de reacție - sedimentare coloidală - de către radiația electromagnetică, au apărut multe păreri contradictorii. Mulți autori acceptă efectul de influență a cîmpului electromagnetic asupra apei sau soluțiilor apoase. Alții susțin că structura apei nu poate fi influențată de cîmpul electromagnetic, ci numai impuritățile din apă.

W.H.FISCHER [34] studiind acțiunea radiației electromagnetice, a cîmpurilor de curent continuu și alternativ (60 Hz) cu intensități pînă la 10 V/cm, constată o creștere a mobilității particulelor coloidale în suspensie, iar în concluzie, se arată că avem de-a face cu fenomene necunoscute care produc o schimbare în structura apei, schimbări ce s-ar datora absorbției energiei electromagnetice.

I.MARTYANOVA ș.a. [90] în anul 1969, susține că proprietățile apei pure ( $H_2O$ ) nu se schimbă sub influența cîmpului



cizînd în același timp că în cazul soluțiilor de sulfat de calciu în apă simplu distilată și tratată în câmpuri cu intensități de 6000 Oe, se observă schimbări ale proprietăților fizice.

În cercetările lor, M.KHALIFA ș.a., [61] asupra gradientilor de concentrație a soluțiilor apoase de clorură de sodiu, supuse tratării în câmpuri electrice și magnetice, constată o variație a coeficientului de difuzie ionică cu intensitatea câmpului, o creștere a gradientului de concentrație cu timpul, iar în cazul câmpurilor alternative, fenomenele prezintă o intensitate mai mare. SCHMIDT și LEIDENFROST [150] arată că sub acțiunea câmpului electric se mărește conductibilitatea termică a lichidelor. Gradul de disociere a moleculelor lichidelor polare consemnează ROSTORGYEV și GANIEV [141] este influențat de câmpul electric.

V.MORARIU [113], analizînd influența câmpului magnetic de o anumită intensitate asupra structurii apei, arată că nu au loc modificări structurale, dar pune în evidență modificarea unor parametri fizici.

Preupunem că o modificare a parametrilor apei (umidității), sau a altor compuși ai seminței sub influența câmpului electromagnetic, va atrage după sine și schimbări în procesele biologice ale semințelor. Iată de ce, pentru început, vom analiza influența câmpurilor electromagnetice asupra unor parametri fizici și chimici ai apei și soluțiilor apoase.

#### 4.2. Determinarea influenței câmpului electromagnetic asupra $\text{tg } \delta$ , conductanței (G), capacității (C) apei și ale unor soluții apoase\*

4.2.1. Aparatura folosită pentru măsurarea conductanței (G) și capacității (C). Punerea în evidență a influenței tratării în câmp electromagnetic a unor lichide s-a făcut pe cale experimenta-

\* Măsurători realizate în cadrul laboratoarelor R.M.N. ale Institutului de izotopi stabili din Cluj-Napoca.



lă prin măsurarea cu aparatul "Universal Dielektrometer" tip DH-301, a parametrilor conductanță  $G$  ( $\mu S$ ), capacitate  $C$  (pF) și prin calculul factorului de pierderi  $\text{tg } \delta$ . S-au măsurat parametri lichidelor analizate înainte de tratare și după ce acestea au fost supuse influenței câmpului electromagnetic, la diferite intensități  $E$  (kV/cm), un anumit interval de timp  $t$  (sec.)<sup>\*</sup>.

Interpretînd constanta dielectrică ( $\epsilon$ ) ca o mărime ce ne arată de cîte ori este mai mare capacitatea ( $C$ ) a unui condensator cu un dielectric cunoscut, față de capacitatea ( $C_0$ ) a aceluiași condensator cu dielectricul aer,

$$\epsilon = \frac{C}{C_0} \quad (4.1)$$

rezultă că orice modificare a compoziției dielectricului atrage după sine modificarea capacității condensatorului.

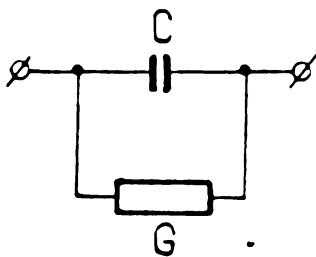


Fig.4.1

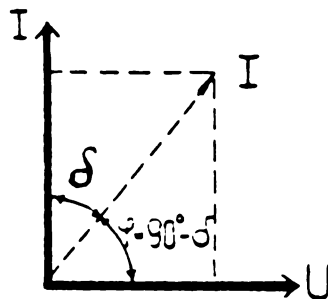


Fig.4.2

Condensatorul  $C$ , reprezintă într-un circuit de curent alternativ o reactanță capacitivă, iar pentru

dielectricul vid, puterea este nulă,  $\varphi = 90^\circ$ , respectiv  $\cos \varphi = 0$ . În cazul introducerii între plăcile condensatorului a unui mediu dielectric, vom obține un condensator real (cu pierderi), a cărui schemă echivalentă și diagramă vectorială sînt prezentate în fig.4.1 și 4.2.

Din analiza modificărilor  $\text{tg } \delta$  a lichidelor supuse tratării electromagnetice, se pot trage concluzii orientative referitoare la influențele care le are câmpul electromagnetic asupra conținutului acestora. În cazul aparatului dat, S.B.NAGY [159, 160] propune folosirea relației (4.2) pentru calculul  $\text{tg } \delta$ ,

$$10^4 \text{ tg } \delta = 530 \frac{G}{C} \left[ \frac{\mu S}{pF} \right] \quad (4.2)$$

<sup>\*</sup> Tratarea s-a realizat într-o instalație de laborator, ce va fi prezentată în capitolul 10.

Aparatul "Universal Dielektrometer" recomandat pentru investigarea conținutului apei, soluțiilor apoase, se bazează pe utilizarea curbei de fază (fig.4.3) a unui circuit oscilant paralel, măsurarea făcându-se în punctul (M), la inflexiunea curbei.

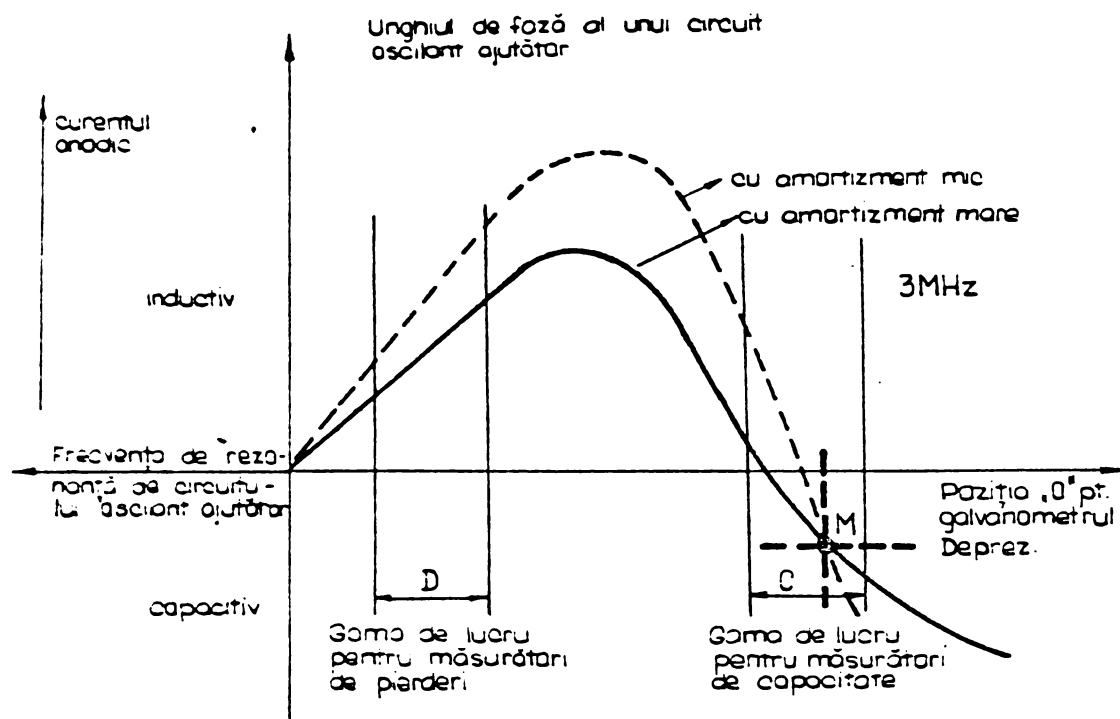


Fig.4.3

Schema bloc a aparatului este prezentată în figura 4.4; sînt scoase în evidență părțile cele mai importante. Comutatorul K cu-plează în funcție de natura măsurării (capacități sau conductanțe) cu diverse game de măsură, 3 circuite oscilante (2a-4a) principale și 3 circuite oscilante auxiliare (2b-4b).

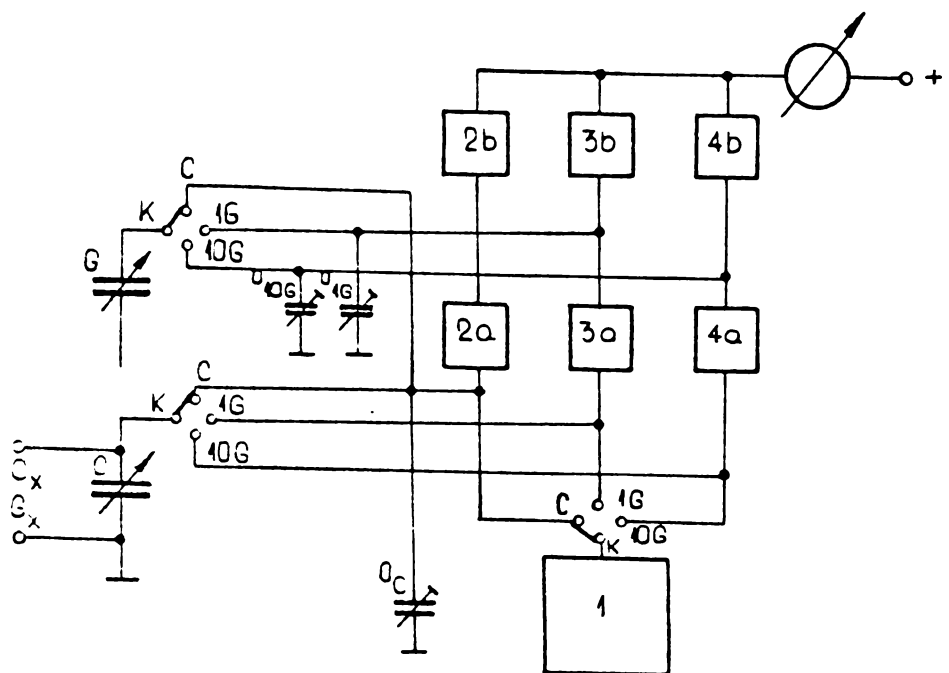


Fig.4.4

4.2.2. Rezultate experimentale

4.2.2.1. Dependența conductanței (G), a capacității (C),

tg δ de intensitatea câmpului electric și de durata de acțiune a acestuia

(G,C,tg δ = f(E); t = const.; G,C,tg δ = f(t); E = const.)

Tabelul 4.1

Nr. crt.	Materialul (substanța)	Gradul de tratare	E	t	C	G	tg δ
			kV/cm	sec	pF	μS	
1.	Apă bidistilată	0	-	-	69,5	10,5	0,003007
		I	2	60	69,6	25,0	0,019037
		II	8	60	69,9	52,0	0,039427
		III	12	60	70,9	144,0	0,107644
2.	Apă simplu distilată	0	-	-	70,5	43,5	0,032702
		I	2	60	70,3	56,0	0,041920
		II	8	60	70,9	60,0	0,044823
		III	12	60	70,95	62,2	0,056213
3.	Apă bidistilată	0	-	-	70,0	11,0	0,008328
		I	10	60	70,5	105,0	0,077432
		II	10	120	70,5	148,0	0,111262
		III	10	180	70,3	205,0	0,220833
4.	Glucoză 5 ‰	0	-	-	70,5	150,0	0,112765
		I	2	60	70,5	155,0	0,116524
		II	8	60	70,6	162,0	0,121614
		III	12	60	70,3	170,0	0,127259
5.	Soluție cu zahăr 5 %	0	-	-	70,8	118,0	0,088333
		I	2	60	71,0	125,0	0,093309
		II	8	60	71,0	135,0	0,100774
		III	12	60	71,0	150,0	0,111971
6.	Insulină	0	-	-	72,0	158,0	0,116305
		I	2	60	72,1	210,0	0,154368
		II	8	60	72,2	244,0	0,179113
		III	12	60	72,5	254,0	0,185632
7.	Alcool etilic	0	-	-	33,0	33,5	0,053803
		II	8	60	33,0	54,0	0,086727
		III	12	60	33,0	59,0	0,094757
8.	Alcool etilic	0	-	-	28,4	43,0	0,080246
		II	8	60	28,4	58,0	0,108239
		III	12	60	28,5	62,0	0,116298
9.	Glicerină	0	-	-	69,6	41,0	0,031221
		I	2	60	69,6	42,8	0,0325919
		II	8	60	69,7	44,0	0,033457
		III	12	60	69,2	52,0	0,041762
10.	Suspensie bioxid de siliciu SiO <sub>2</sub>	0	-	-	69,8	60,0	0,031033
		I	2	60	71,0	80,0	0,033590
		II	8	60	71,3	110,0	0,041707
		III	12	60	71,3	150,0	0,111500

Din analiza rezultatelor experimentale prezentate în tabelul 4.1, rezultă că cele mai importante schimbări le-a înregistrat conductanța (G); se observă o dependență între intensitatea câmpului (E) și timpul de expunere pe de o parte, și modificarea valorii conductanței pe de altă parte. Nu a putut fi observată o legitate în cazul celulelor de tratare de tip închis. În schimb, o dependență vizibilă s-a obținut cu celule de tratare de tip deschis, din sticlă, polietilenă, teflon, care asigură prin construcția lor, o circulație naturală sau forțată de aer deasupra stratului de apă sau soluție apoasă. A fost evidențiată de asemenea, o relație între viteza, umiditatea jetului de aer și modificarea conductanței și a altor parametri ai apei triodistilate, supusă acțiunii câmpului electromagnetic.

4.2.2.2. Dependența conductanței, a capacității, tg δ apei bidistilate și a suspensiei SiO<sub>2</sub> tratate, de timpul de păstrare, după tratare

$$G, C, \text{tg } \delta = f(t)_{\text{zile}}$$

Apa bidistilată tratată, o suspensie de SiO<sub>2</sub> și martorii lor netratați au fost păstrați în condiții identice de temperatură (23°C), lumină etc., periodic le-au fost măsurati parametrii; rezultatele experimentale sînt prezentate în tabelul 4.2 și reprezentate în figura 4.5. Analiza modificărilor parametrilor după un număr de 71 de zile de la tratare pune în evidență un așa-zis "fenomen de memorie a apei" și suspensiei SiO<sub>2</sub>. Ca și în cazul precedent, măsurătorile s-au făcut cu aparatul "Universal Dielektrometer", iar calculul - cu ajutorul relației (4.2).

Din analiza datelor, a reprezentării grafice rezultă faptul că anumite modificări structurale introduse sub influența câmpului electromagnetic în mediile lichide supuse tratării, se păstrează o perioadă destul de lungă. O scădere în timp mai puțin accentuată a parametrilor măsurati se observă în cazul suspensiei de bioxid de siliciu.

Tabelul 4.2

Nr. crt.	Material (substanța)	E kV/cm	t sec	Data măsurării	Durata zile	G μS	C pF	tg δ
1.	H <sub>2</sub> O bidistilată martor	-	-	26.05.75	-	14,5	63,0	0,0122
				05.08.75	71	19,5	63,0	0,0164
2.	H <sub>2</sub> O bidistilată tratată	12	60	26.05.75	-	137,5	64,5	0,1142
				28.05.75	2	136,5	64,5	0,1121
				02.06.75	7	130,5	64,2	0,1033
				09.06.75	14	128,5	64,0	0,1055
				14.06.75	19	127,5	63,5	0,1063
				14.07.75	50	101,0	63,2	0,0838
				05.08.75	71	50,0	63,0	0,0422
3.	Suspensie SiO <sub>2</sub> martor	-	-	26.05.75	-	62,8	76,5	0,0493
				05.08.75	71	62,9	70,5	0,0472
4.	Suspensie SiO <sub>2</sub> tratată	12	60	26.05.75	-	150,0	72,0	0,1107
				28.05.75	2	149,8	71,8	0,1104
				02.06.75	7	136,0	71,6	0,1062
				09.06.75	14	130,0	71,5	0,0963
				14.06.75	19	124,0	71,4	0,0918
				14.07.75	50	104,0	71,0	0,0774
				05.08.75	71	85,0	70,5	0,0641

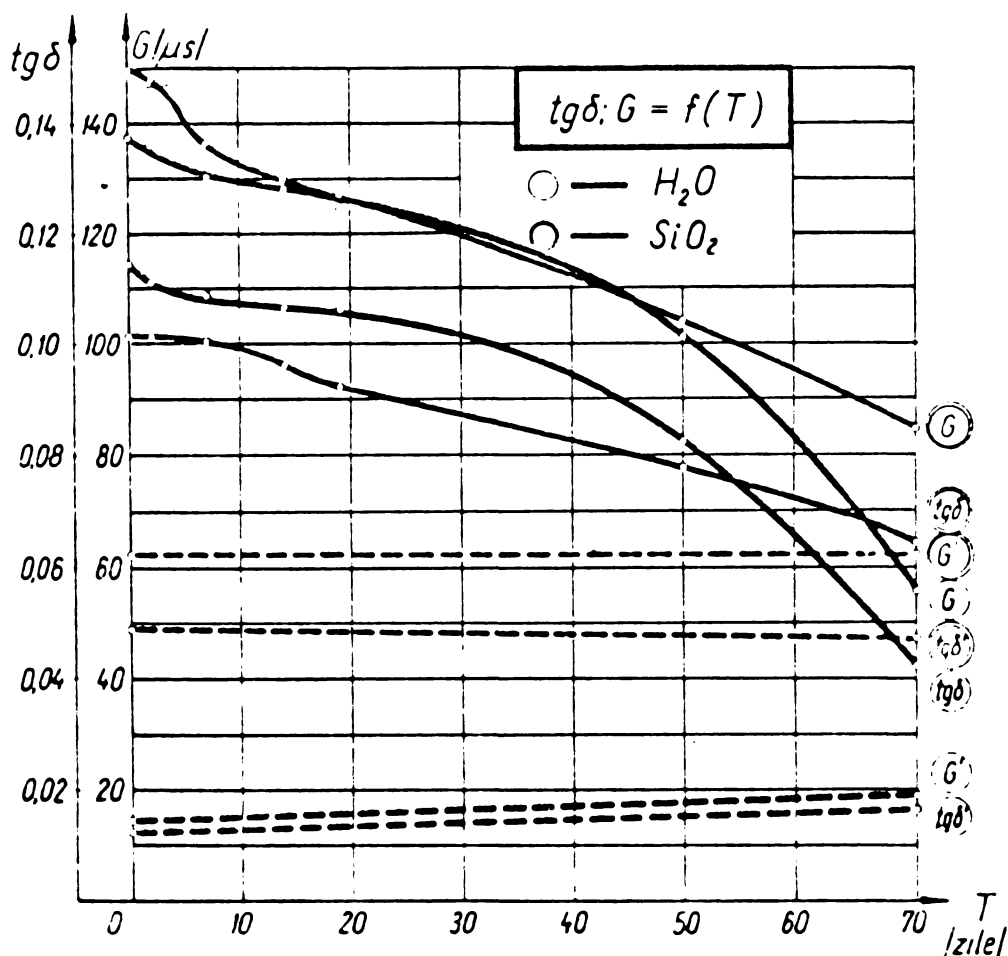


Fig.4.5. Dependența  $tg\delta$ , conductanței apei bidistilate și a suspensiei de bioxid de siliciu tratate, de timpul de păstrare, după tratare.  
 $G', G; C', C; tg\delta', tg\delta$  - conductanța, capacitatea,  $tg\delta$  a apei bidistilate netratate și tratate în câmpul electromagnetic.

Parametrii mediilor martor, au înregistrat o foarte ușoară modificare în timp. Modificarea - sub acțiunea câmpului electromagnetic - a unor parametri fizici ai apei; păstrarea acestor modificări, cu anumite diminuări în timp, poate constitui un indiciu asupra schimbărilor complexe ce se petrec în timp, în apa din semințele tratate.

4.2.2.3. Dependența curentului (I) de intensitatea câmpului (E) și de durata (t) de acțiune a câmpului electromagnetic. Prin măsurători, cu ajutorul unui miliampermetru cuplat în serie cu celula de tratare a instalației de laborator, prezentată în capitolul 10, s-a măsurat curentul de deplasare în mediul dielectric. Rezultatele prezentate în tabelul 4.3 dovedesc o dublă dependență a curentului de intensitate (E) și de durata (t) de acțiune a câmpului electromagnetic.

Tabelul 4.3

Nr. crt.	Materialul (substanța)	Varianta	E kV/cm	t sec	I <sub>1</sub> mA	I <sub>2</sub> mA	Observații	
1.	Apă bidistilată	A	1	30	0,012	0,018		
2.	C = 79 pF		2	30	0,028	0,020		
3.	G = 19,5 μS		3	30	0,052	0,040		
4.	V = 100 ml		4	30	0,120	0,100		
5.			5	30	0,210	0,170		
6.			6	30	0,360	0,260		
7.			7	30	0,440	0,360		
8.			8	30	0,520	0,460		
9.			9	30	0,610	0,550		
10.			10	30	0,720	0,680		
11.			11	30	0,860	0,820		
12.			12	30	1,050	1,050		în apă apar denivelări
1.	Apă bidistilată	B	9	60	0,900	0,840		
2.	C = 70,5 pF		9	120	0,900	0,790		
3.	G = 15 μS		9	180	0,900	0,780		
4.	V = 100 ml		9	240	0,900	0,760		
5.			9	300	0,900	0,750		în apă apar denivelări
6.			9	360	0,900	0,720		denivelări
7.			9	420	0,900	0,710		
8.			9	480	0,900	0,750		

Tabelul 4.3 (continuare)

Nr. crt.	Materialul (substanța)	Varianta	E	t	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	Observații
			kV/cm	sec	mA	mA	
1.	Iodură de potasiu în amestec cu amidon (100 ml)	A'	1,5	30	0,070	0,060	
2.			3,0	30	0,120	0,080	
3.			4,5	30	0,180	0,140	
4.			6,0	30	0,260	0,180	
5.			7,5	30	0,360	0,280	
6.			9,0	30	0,420	0,380	
7.		B'	9,0	60	0,430	0,350	
8.			9,0	120	0,410	0,300	
9.			9,0	180	0,420	0,270	
10.			9,0	240	0,420	0,250	
11.			9,0	300	0,430	0,220	
12.			9,0	360	0,430	0,180	
13.			9,0	420	0,430	0,200	

NOTA: A,A' - varianta dependenței curentului I de intensitatea câmpului electric E, la un timp constant:

$$I = f(E); \quad t = \text{const.}$$

B,B' - varianta dependenței curentului de timpul de acțiune a câmpului electric, la o intensitate constantă:

$$I = f(t); \quad E = \text{const.}$$

I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub> - valorile curenților la începutul și sfârșitul perioadei de acțiune a câmpului electric asupra soluției apoase, supus tratării.

În ambele variante tratarea s-a realizat într-o celulă de tip deschis, fără o circulație forțată de aer. La valorile ridicate ale intensității câmpului electric, se observă fenomene de denivelare ale lichidului în celula de tratare, asemănătoare celor de natură electrohidrodinamică.

Experiențele au pus în evidență o dependență de tip HIGGINSIS (fig.4.6), caracteristică materialelor cu polarizare temporară și permanentă.

Prezența fenomenului HISTEREZIS ne dă posibilitatea susținerii ipotezei enunțate anterior, referitoare la absorbția energiei electromagnetice de către mediul biologic supus tratării, a modificărilor structurale ce vor avea loc ca urmare a asimilării, sub o anumită formă, a acestei energii.

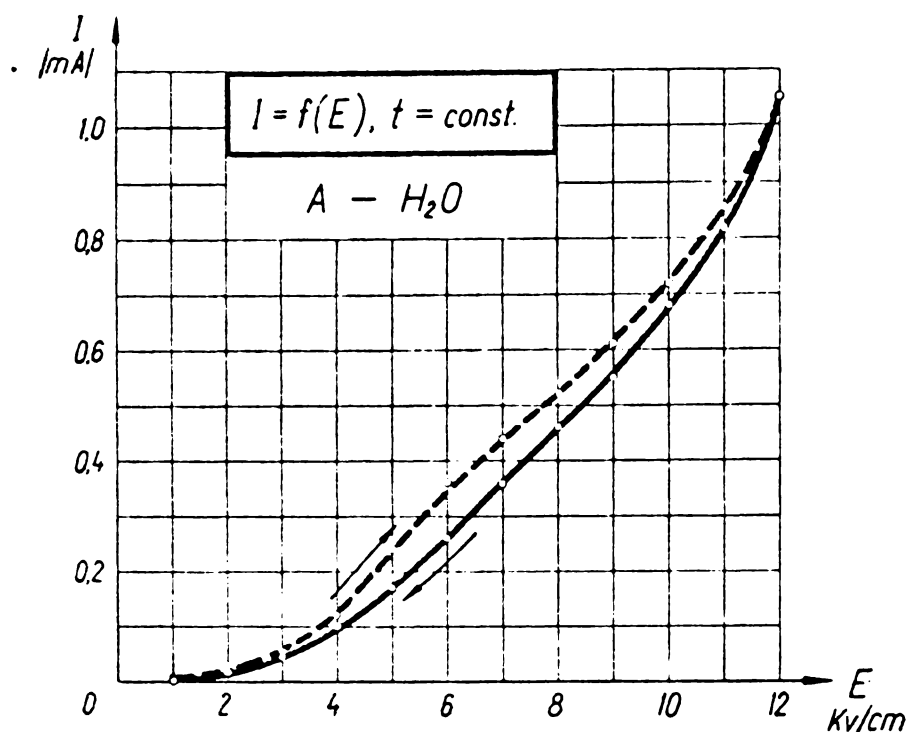


Fig.4.6. Dependența curentului de intensitatea câmpului electric în cazul tratării apei bidistilate.

În varianta B,B' se observă o dependență între valoarea curentului și timpul de menținere în câmp a mediului lichid supus tratării. Existența curentului I și schimbarea lui funcție de cei doi factori enunțați mai sus, ne dă de asemenea, posibilitatea să presupunem că în celula de tratare, între plăcile condensatorului se va crea un mediu ionizant.

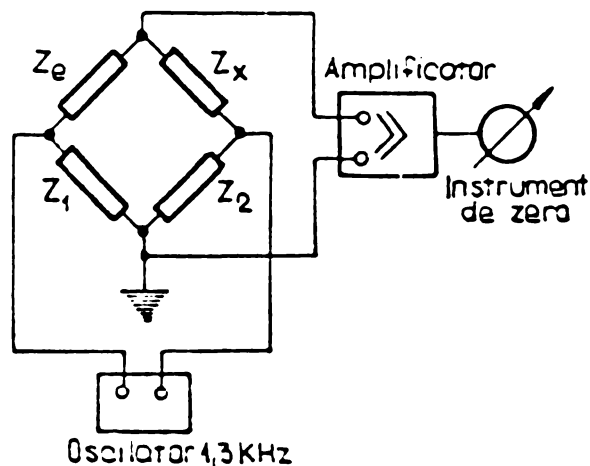
De remarcat este și faptul că variația parametrilor analizați este mai mare în cazul circulației forțate de aer deasupra stratului de apă; se poate vorbi de o dependență, spre exemplu între umiditatea, viteza aerului pe de o parte și valorile curenților, a  $\text{tg } \delta$ , a conductanței, pe de altă parte.

4.4. Influența câmpului electromagnetic asupra conductivității electrice a apei\*. Printre metodele folosite în analiza purității apei, literatura recomandă și metoda bazată pe măsurarea conductivității electrice specifice [131]. În măsurătorile realizate pe probe de apă bidistilată netratată (martor) și tratată în câmpul

\* Măsurători realizate în laboratoarele de analiză a apei ale Institutului de Izotopi Stabili din Cluj-Napoca.



electromagnetic, s-a folosit un conductometru realizat la Institutul de Izotopi Stabili din Cluj-Napoca. Aparatul se bazează pe măsurarea rezistenței cu ajutorul punții



Wheatstone alimentată în curent alternativ, la o frecvență de 1300 Hz, de la o sursă de tensiune de 1,5 V, (fig.4.7). Pentru măsurători s-a folosit o celulă din sticlă de Jena la temperatura de 24°C.

Schema de principiu a aparatului

Fig.4.7. Schema bloc a conductometrului tip IIS.

cu cele trei părți principale componente (oscilatorul de 1,3 kHz, puntea de măsură, amplificatorul), este prezentată în figura 4.8.

este prezentată în figura 4.8.

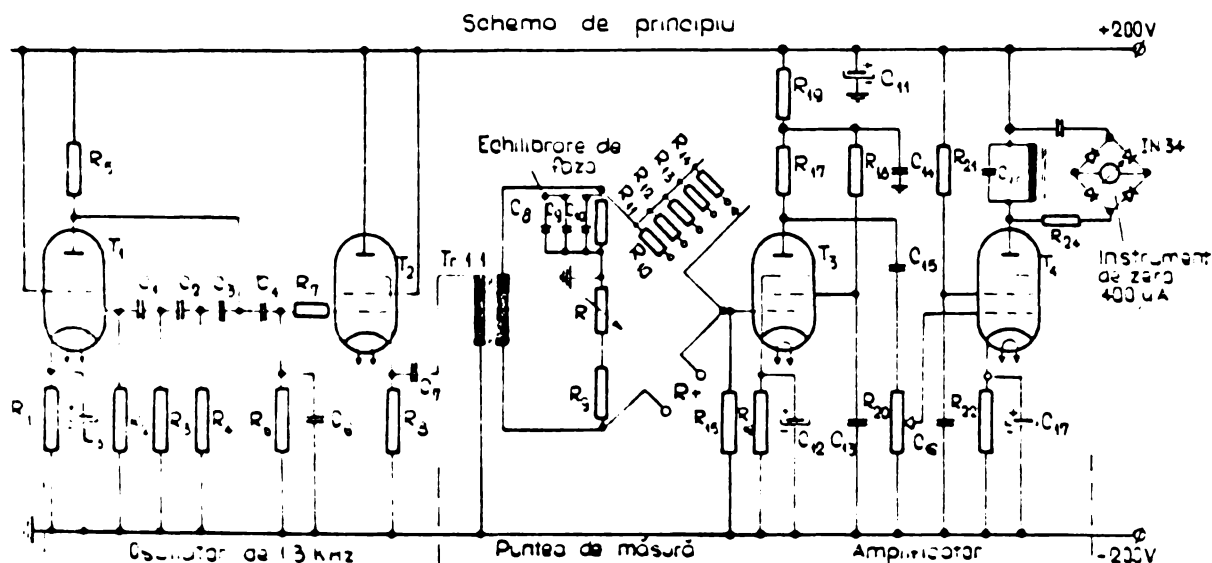


Fig.4.8. Schema de principiu a conductometrului.

Pentru calcule s-au folosit relațiile ce exprimă legătura între rezistența  $R$ , rezistența electrică specifică  $\rho$  și conductibilitatea specifică  $\gamma$ . Constanta  $K$  a celulei a fost determinată cu o soluție cunoscută -  $KCl_{n/1000}$  - în baza relațiilor:

$$\rho_{KCl_{n/1000}} = \frac{1}{176 \cdot 10^{-6}} \Omega \text{cm}; \quad R_{KCl_{n/1000}} = 2040 \Omega$$

$$K = \frac{\rho_{KCl_{n/1000}}}{R_{KCl_{n/1000}}} = \frac{6800}{2040} = 1,86 \text{ cm}$$

$$\rho_x = 1,86 R_x \Omega \text{ cm} \quad (4.3)$$

$$\gamma_x = \frac{1}{\rho_x} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

Evidențierea modificărilor, ce au loc în apa bidistilată, ca urmare a acțiunii câmpului electromagnetic este prezentată în tabelul 4.4 și fig.4.9.

Tabelul 4.4

Nr. crt.	Material (substanța)	E kV/cm	t sec	R $\Omega$	$\rho$ $\Omega \text{ cm}$	$\gamma$ $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$
1.	H <sub>2</sub> O bidistilată netratată	9	-	$3,85 \cdot 10^5$	$7,16 \cdot 10^5$	$0,14 \cdot 10^5$
2.	H <sub>2</sub> O bidistilată tratată	9	60	$3,9 \cdot 10^4$	$7,25 \cdot 10^4$	$0,138 \cdot 10^{-4}$
3.	H <sub>2</sub> O bidistilată tratată	9	120	$7,61 \cdot 10^3$	$14,24 \cdot 10^3$	$0,0703 \cdot 10^{-3}$
4.	H <sub>2</sub> O bidistilată tratată	9	180	$4,14 \cdot 10^3$	$7,7 \cdot 10^3$	$0,130 \cdot 10^{-3}$
5.	H <sub>2</sub> O bidistilată tratată	9	240	$3,62 \cdot 10^3$	$6,74 \cdot 10^3$	$0,1485 \cdot 10^{-3}$
6.	H <sub>2</sub> O bidistilată tratată	9	300	$3,07 \cdot 10^3$	$5,73 \cdot 10^3$	$0,1745 \cdot 10^{-3}$
7.	H <sub>2</sub> O bidistilată tratată	9	360	$3,2 \cdot 10^3$	$5,94 \cdot 10^3$	$0,1685 \cdot 10^{-3}$

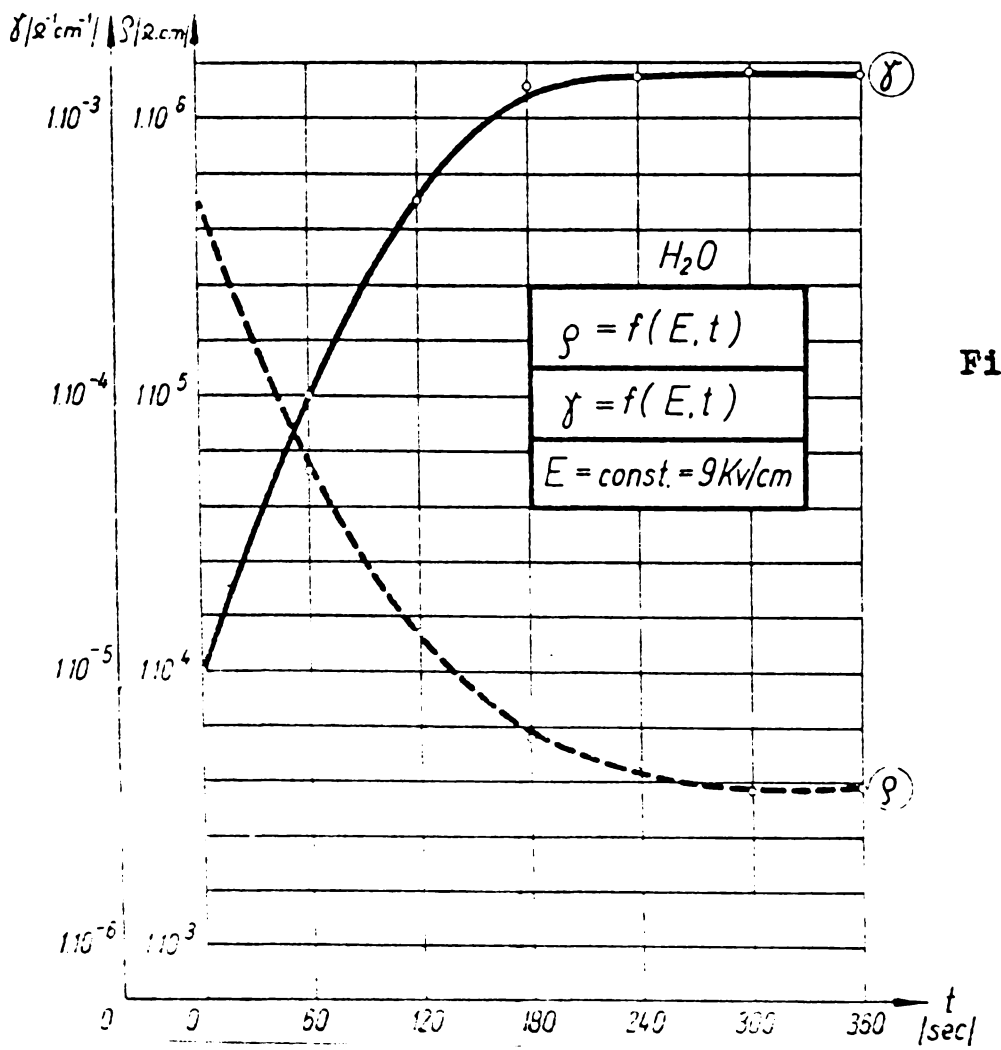
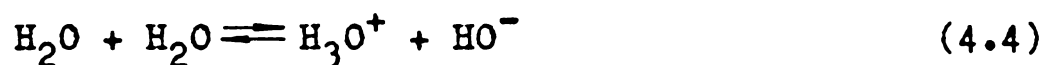


Fig.9. Dependența rezistivității, conductivității apei, de timpul de tratare, la o intensitate constantă a câmpului electric.

Configurația curbei (fig.4.9) ne arată încă o dată faptul că în masa apei s-au produs schimbări, ce au dus la creșterea conductivității ei.

#### 4.5. Influența cîmpului electromagnetic asupra pH-ului apei.

În apa pură, cît și în soluțiile apoase are loc un proces de reacție, de transfer de protoni, care ajung la echilibru:



După cum arată C.D.NENITESCU [125], produsul activității ionilor de hidroniu și al ionilor de hidroxil este constant, deoarece concentrațiile ionilor  $\text{H}_3\text{O}^+$  și  $\text{HO}^-$  în apa pură sînt foarte mici. Se știe de asemenea, că ionul de hidroniu este ionul  $\text{H}_3\text{O}^+$  și este un acid.

Aprecierea activității (sau concentrației) ionilor de hidrogen se face cu ajutorul scării pH-ului; o soluție apoasă ce are  $\text{pH} = 7$  este neutră,  $\text{pH} < 7$  este acidă, iar o soluție cu  $\text{pH} > 7$  este bazică. Cînd pH-ul unei soluții scade cu o unitate, concentrația ionilor de  $\text{H}_3\text{O}^+$  din acea soluție crește cu factorul 10.

Faptul că cele mai multe reacții biochimice se petrec în soluții apoase neutre, slab acide sau bazice, ne-a determinat să analizăm influența cîmpului electromagnetic asupra pH-ului apei.

Determinarea pH-ului unei soluții apoase se bazează pe compararea potențialului, tensiunii electromotoare  $E_S^0$  a unei pile ce are ca electrolit o soluție al cărei pH este cunoscut, cu potențialul sau tensiunea electromotoare a aceleiași pile cu o soluție al cărei pH trebuie determinat.

Măsurarea influenței cîmpului electromagnetic asupra apei, exprimată prin valorile pH, s-a făcut cu ajutorul pH-metrului "Epye - Model 290", destinat cercetării apei a cărei schemă bloc este prezentată în figura 4.10.

După cum se observă din schema bloc, sensibilitatea mare a aparatului este dată de faptul că semnalul primit de la electrod (foto-modulator), este mărit prin amplificatorul primar; pentru soluțiile slabe se folosește și amplificatorul secundar. Domeniul de măsură al pH-ului este 0 - 14 în 14 game de 1,4 pH, care reprezintă variația de la 0 la 1400 mV.

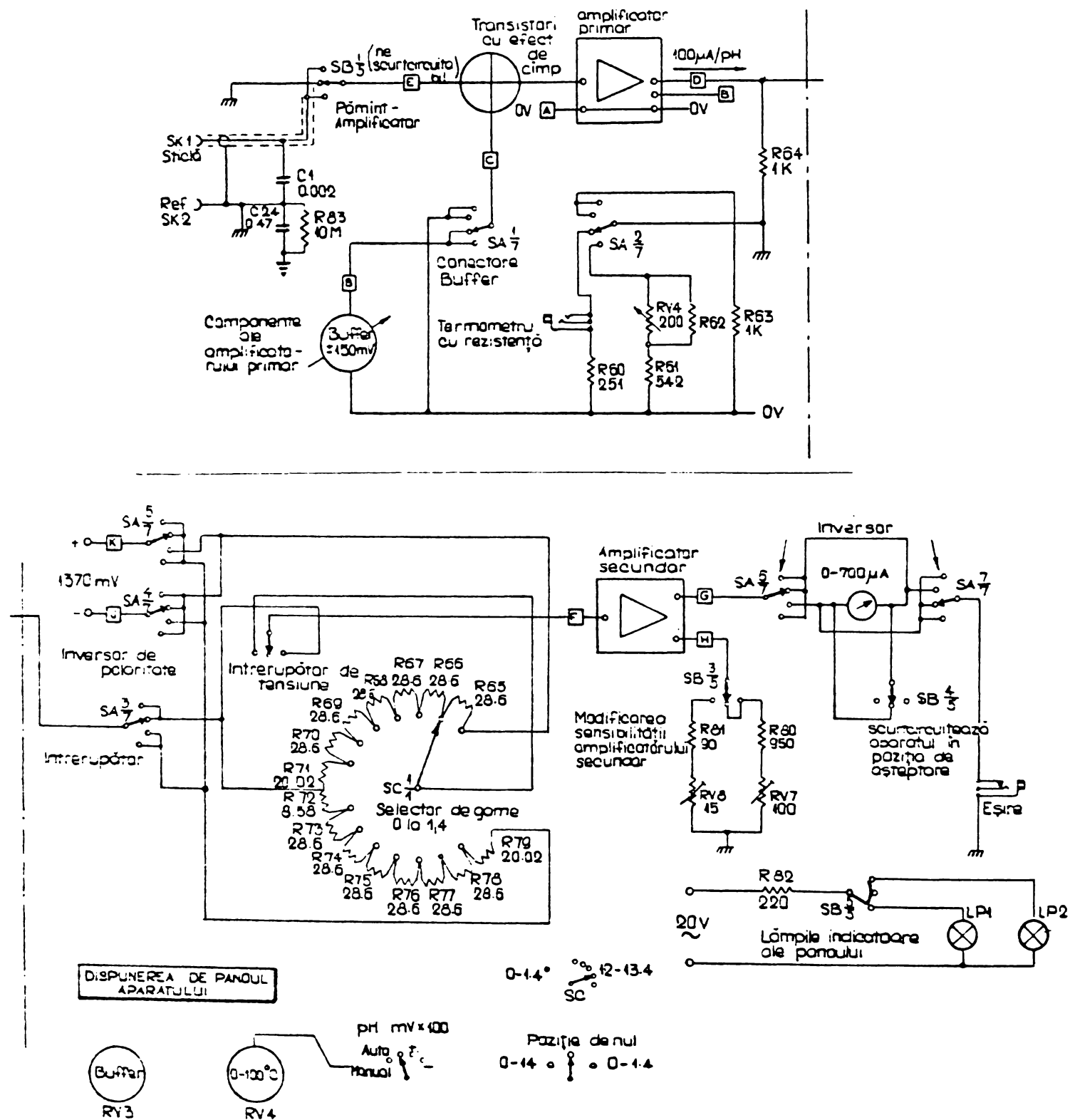


Fig.4.10. Schema bloc a pH-metrului WEPYE Model 290.

Potențialul de electrod, E, a electrodului de sticlă, la 25°C, se exprimă astfel:

$$E = E_s^0 + 0,05915 \text{ pH} \quad (4.5)$$

unde:  $E_s^0$  - potențialul standard al electrodului de sticlă, într-o soluție cu activitatea ionilor  $H^+$  egală cu unitatea; 0,05915 - constantă de transformare a activității ionilor de hidrogen la temperatura de  $25^\circ\text{C}$ .

Acizii în soluții apoase după cum se știe, dau naștere la ioni de hidrogen  $H^+$ , bazele la ioni de hidroxil  $HO^-$ , prezența lor este recunoscută prin metode electrochimice de măsurare, de conductibilitate electrică și altele. Iată de ce presupunem că schimbarea rezistivității, a conductivității apei supuse influenței câmpului electromagnetic, prezentată în subcapitolul 4.4, se datorește, printre altele, și apariției în apă a ionilor de hidrogen  $H^+$ .

Nu ne propunem să analizăm mecanismul prin care se realizează această schimbare a pH-ului ci, prin măsurători directe asupra probelor de apă netratată (martor) și a celor supuse acțiunii câmpului electromagnetic să punem în evidență această influență, cantitativ și calitativ. Gradul de influență al câmpului electromagnetic presupunând că depinde de intensitatea câmpului ( $E$ ) și de timpul ( $t$ ) de tratare, am scos în evidență, pentru prima dată, prin măsurători, următoarele dependențe:\*

a) Dependența pH-ului de intensitatea câmpului la valori constante ale timpului,  $\text{pH} = f(E, t)$ ;  $t = \text{const.} = 30 \text{ s}$ .

Rezultatele măsurătorilor celor 10 probe, a 100 ml de apă bidistilată, sînt prezentate în tabelul 4.5. Se observă o dependență importantă a pH-ului de valoarea intensității câmpului, în special în domeniul  $E = 0 - 12 \text{ kV/cm}$  (fig.4.11).

b) Dependența pH-ului apei de timpul de tratare, la o intensitate constantă a câmpului,  $\text{pH} = f(E, t)$ ;  $E = \text{const.} = 9 \text{ kV/cm}$ , s-a analizat tot pe 10 probe de apă distilată, cu aceiași parametri inițiali (tab. 4.6 și fig.4.12).

\* Măsurători realizate în laboratoarele de analiză a pH-ului apei și solului, ale Stațiunii de cercetări Hortiviticole din Cluj-Napoca, a I.C.H.V. din cadrul Academiei de Științe Agricole.

Tabelul 4.5

Nr. crt.	Material (substanță)	E	t	pH	Observații
		kV/cm	sec	-	-
1.	Apă bidistilată martor	-	-	6,80	$G = 10,5 \mu S$
2.	Apă bidistilată tratată	2	30	5,51	
3.		4	30	4,91	
4.		6	30	4,62	
5.		8	30	4,39	
6.		10	30	4,27	
7.		12	30	4,20	
8.		14	30	4,19	
9.		16	30	4,17	
10.		18	30	4,16	

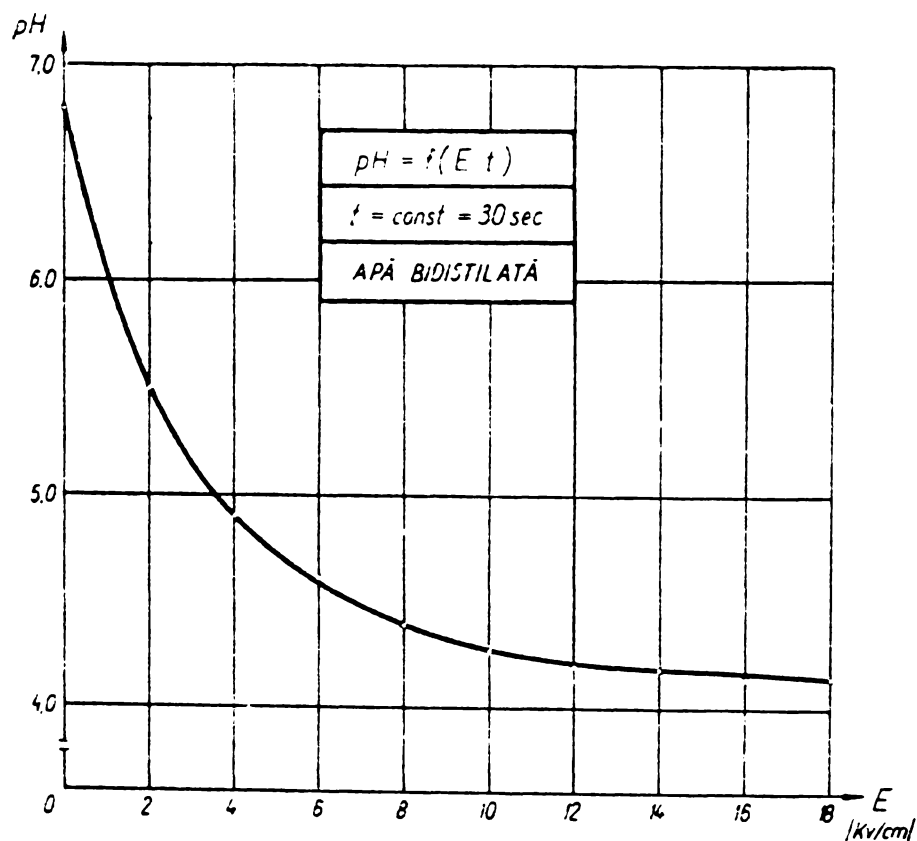


Fig.4.11. Dependenta pH-ului apei de intensitatea câmpului electric E(kV/cm), la un timp constant de tratare.

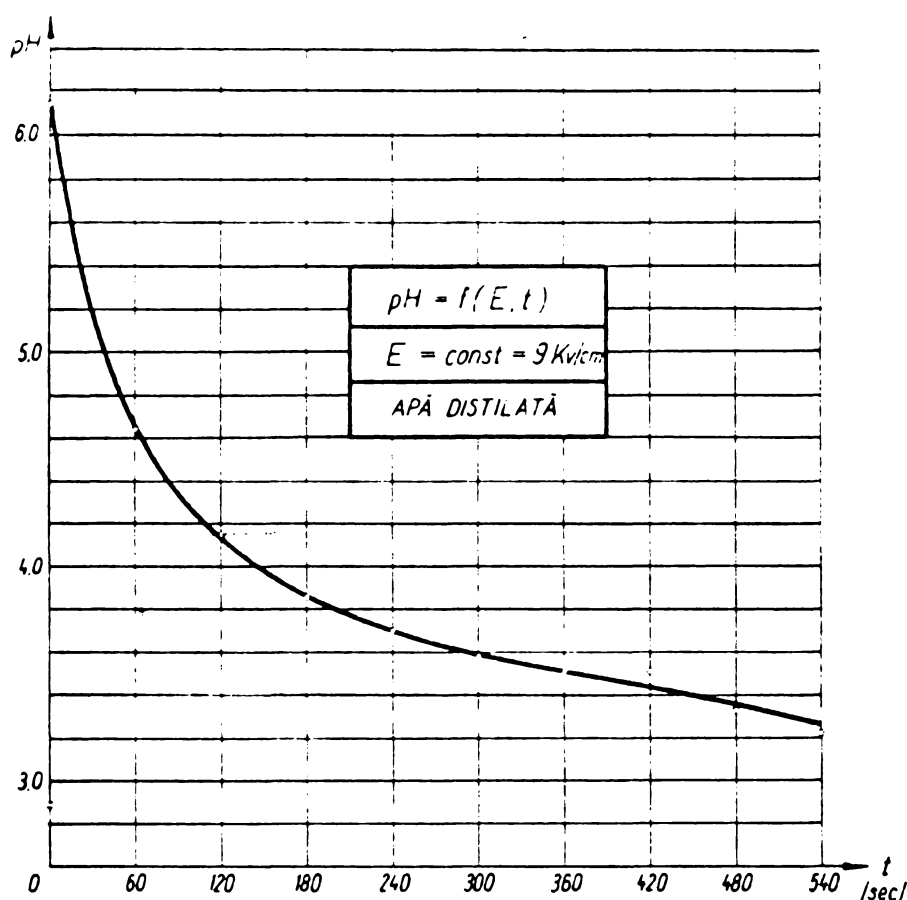


Fig.4.12. Dependența pH-ului apei de timpul de tratare, la intensitatea  $E$  (kV/cm) constantă.

Rezultatele experienței, prezentate în tabelul 4.6 și în figura 4.12 ne arată că și timpul ( $t$ ) joacă un rol important în manifestarea influenței câmpului electromagnetic asupra pH-ului apei, mai ales în domeniul intensităților mari.

Probele tratate, cât și martorul, au fost păstrate apoi în condiții identice, un număr de zile și periodic au fost supuse analizei pH-ului, urmărindu-se modul cum evoluează în timp, concentrațiile ionice ale apei (fig.4.13).

Faptul că în primele zile după tratare, mai ales în soluțiile slab acide au loc modificări ale concentrațiilor, după care se instalează un echilibru, dovedește capacitatea apei de a păstra, o anumită perioadă, o influență din exterior care i-a fost imprimată.

Presupunem că printr-o anumită formă, umiditatea semințelor își schimbă unii parametri chimici - sub influența câmpului electromagnetic - păstrînd

Tabelul 4.6

Proba	Material	t sec	Data măsurării pH (T-nr.de zile)						
			10.09	11.09	12.09	13.09	15.09	16.09	17.09
P 0	Apă distilată Martor	-	6,16	6,17	6,23	6,23	6,22	6,21	6,21
P 1	Apă distilată	60	4,64	4,81	5,14	5,57	5,67	5,65	5,68
P 2	tratată	120	4,15	4,28	4,49	5,26	5,48	5,54	5,57
P 3		180	3,86	3,93	4,00	4,06	4,07	4,07	4,07
P 4		240	3,70	3,76	3,80	3,85	3,86	3,87	3,86
P 5		300	3,59	3,66	3,69	3,70	3,72	3,72	3,69
P66		360	3,52	3,55	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
P 7		420	3,51	3,55	3,59	3,59	3,59	3,60	3,59
P 8		480	3,33	3,36	3,38	3,41	3,39	3,39	3,39
P 9		540	3,22	3,26	3,27	3,30	3,28	3,29	3,29

$E = \text{const} = 9 \text{ kV/cm}$

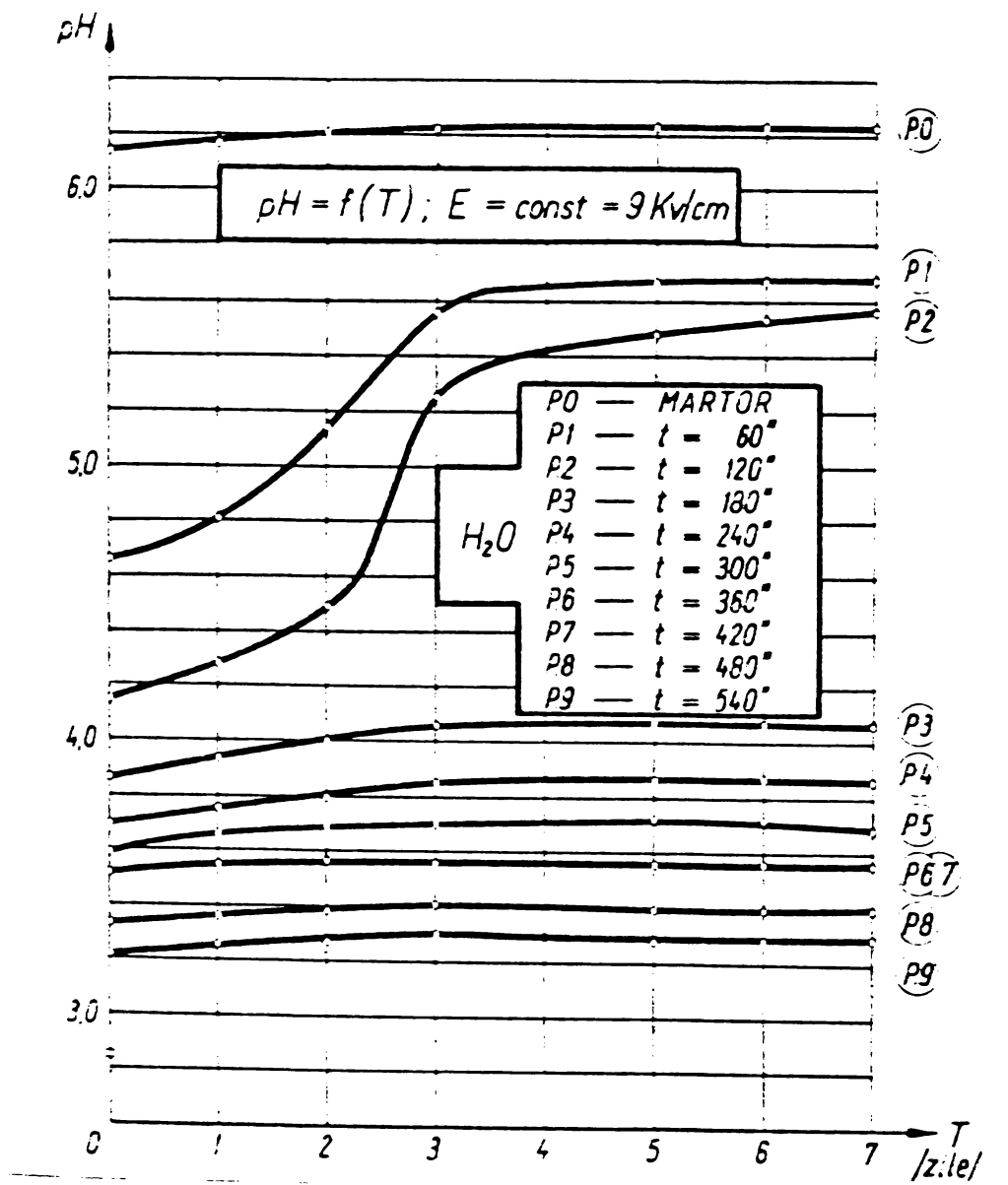
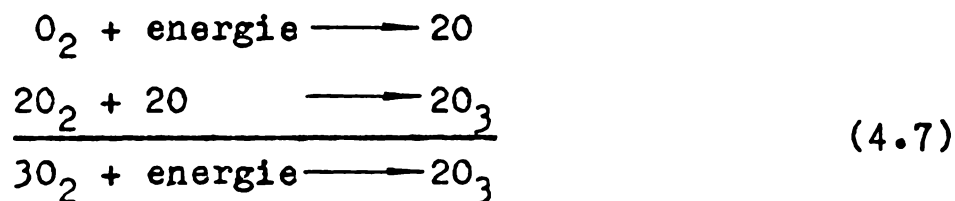


Fig.4.13. Dependența pH-ului apei tratate în câmpul electromagnetic, de timpul de păstrate(T), după tratare.



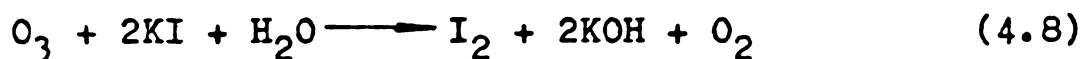
4.6. Cîmpul electromagnetic și generarea ozonului ( $O_3$ ). Pornind de la ipoteza enunțată, că în cîmpul electromagnetic are loc un proces complex de generare a unor factori ionizanți, oxidanți, vom analiza generarea ozonului, o varietate a oxigenului, cu molecula formată din trei atomi de oxigen, care, este un puternic oxidant.

Căldura de formare a ozonului este  $\Delta H = +33,0$  kcal/mol, adică 33,9 kcal pentru formarea a 48 g, după fundamentările lui C.D.NENITESCU [124]. Datorită energiei absorbite, molecula de oxigen se desface în atomi liberi, care reacționează apoi cu alte molecule de oxigen:

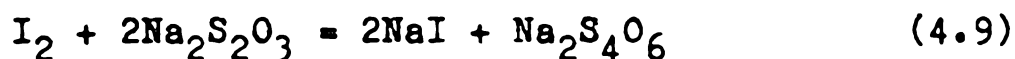


Se poate deci, forma ozon în toate procesele fizice sau chimice în care apar atomi liberi de oxigen; astfel de procese sînt și descărcările electrice prin vîrfuri metalice ascuțite.

Pentru recunoașterea ozonului generat în cîmpul electromagnetic și pentru determinarea lui cantitativă, am folosit reacția ozonului cu iodura de potasiu, din care se formează iod:



Iodul pus în libertate s-a titrat cu tiosulfat de sodiu în prezență de amidon pînă la decolorarea completă a soluției. Reacția dintre iod și tiosulfat, după C.LITEANU [86] se poate scrie în felul următor:



cantitatea de iod formată se calculează în baza ecuației chimice (4.9) cu relația:

$$gI_2 = \frac{253,84 \text{ nT}}{316,254} \quad (4.10)$$

unde: n este numărul de mililitri soluție de tiosulfat de sodiu cu titrul T, consumați pentru titrarea unei probe.

Cantitatea de ozon implicată în formarea cantității de iod prin oxidarea iodurii de potasiu, conform ecuației chimice (4.8), se calculează cu relația:

$$g_{O_3} = \frac{48x}{253,84} \quad (4.11)$$

unde:  $x = gI_2$ .

Ozonul poate fi obținut și direct din consumul de tiosulfat de sodiu de la titrarea probei:

$$g_{O_3} = \frac{48 nT}{316,25} \quad (4.12)$$

unde:  $n$  și  $T$  au semnificațiile arătate mai sus.

În vederea punerii în evidență a formării ozonului în câmpul electromagnetic, s-a pus o cantitate de 10 ml soluție de KI avînd o concentrație de aproximativ 5% într-o celulă de tratare de tip deschis, care a asigurat astfel un contact între suprafața soluției și aer.\*

În prima experiență s-a determinat cantitatea de ozon generată în câmpul electromagnetic la o intensitate constantă și un timp de tratare variabil  $O_3 = f(E, t)$ ;  $E = \text{const.} = 9 \text{ kV/cm}$ . Titrarea s-a făcut în prezență de amidon, cu o soluție de tiosulfat de sodiu, cu titrul  $T = 0,01581$ . Rezultatele determinărilor sînt prezentate în tabelul 4.7 și figura 4.14.

Soluția de iodură de potasiu în care s-a adăugat amidon, la început transparentă, supusă acțiunii câmpului electromagnetic, după circa 5-10 secunde, devine albastruie, spre sfîrșitul perioadei de tratare culoarea este albastru închis, iar la valori mari ale intensității câmpului, primește culoarea neagră, indiciu al acțiunii puternice oxidante a ozonului generat în câmpul electromagnetic.

---

\* Determinări realizate la Centrul de cercetări de pe lîngă Catedra de chimie analitică, a Universității "Babeș-Bolyai" din Cluj-Napoca.

Tabelul 4.7

№. ser.	E KV/cm	t sec	I <sub>1</sub> mA	I <sub>2</sub> mA	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> n.ml	γ <sub>2</sub> %	O <sub>3</sub> g
1	9	30	0,42	0,38	0,08	0,00102	0,000193
2	9	60	0,43	0,36	0,11	0,001396	0,000264
3	9	90	0,41	0,30	0,15	0,001905	0,000361
4	9	120	0,41	0,27	0,21	0,002672	0,000506
5	9	150	0,41	0,25	0,27	0,003334	0,000631
6	9	180	0,42	0,22	0,33	0,004182	0,000792
7	9	210	0,43	0,20	0,41	0,005218	0,000986
8	9	240	0,43	0,18	0,45	0,005729	0,001064
9	9	270	0,43	0,16	0,47	0,005964	0,001131

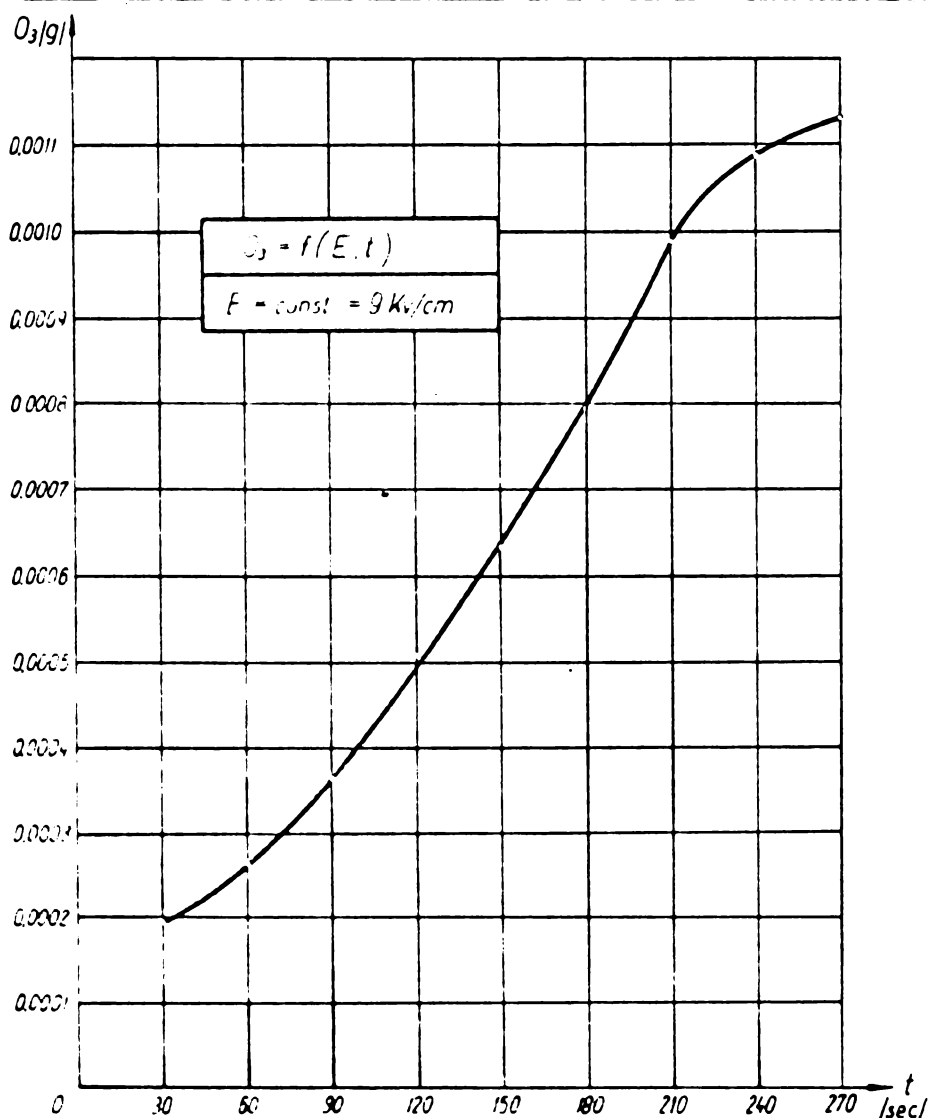


Fig.4.14. Dependenta cantitatii de ozon de timpul de actiune a cimpului electromagnetic, la o intensitate constanta.

Pentru determinarea lui  $\gamma_2$  și  $O_3$  s-au folosit relațiile (4.10) și (4.11).

După cum se observă din tabelul 4.7, pe măsura creșterii timpului de tratare (t), curentul  $I_2$  măsurat la sfârșitul perioadei de tratare, scade, ceea ce dovedește că în mediu supus acțiunii cimpului, se petrec transformări ce afectează structura acestuia.

Intr-o altă experiență s-a pus în evidență cantitatea de ozon în funcție de intensitatea câmpului electric la un timp constant de acțiune  $O_3 = f(E,t)$ ;  $t = \text{const.} = 30 \text{ sec.}$ , folosind o celulă de tip deschis, în care s-au pus 10 ml soluție de iodură de potasiu KI, cu o concentrație de 5%. Rezultatele calculate după aceeași metodologie, sînt prezentate în tabelul 4.8 și în figura 4.15.

Tabelul 4.8

Nr. crt.	E kV/cm	t sec	$I_1$ mA	$I_2$ mA	$Na_2S_2O_3$ n.ml	$\gamma_2$ g	$O_3$ g
1	1,5	30	0,7	0,06	0,008	0,000102	0,0000193
2	3,0	30	0,12	0,08	0,010	0,000127	0,0000243
3	4,5	30	0,18	0,14	0,020	0,000254	0,0000482
4	6,0	30	0,26	0,18	0,040	0,000507	0,0000958
5	7,5	30	0,36	0,26	0,060	0,000762	0,0001445
6	9,0	30	0,42	0,38	0,080	0,001020	0,0001930

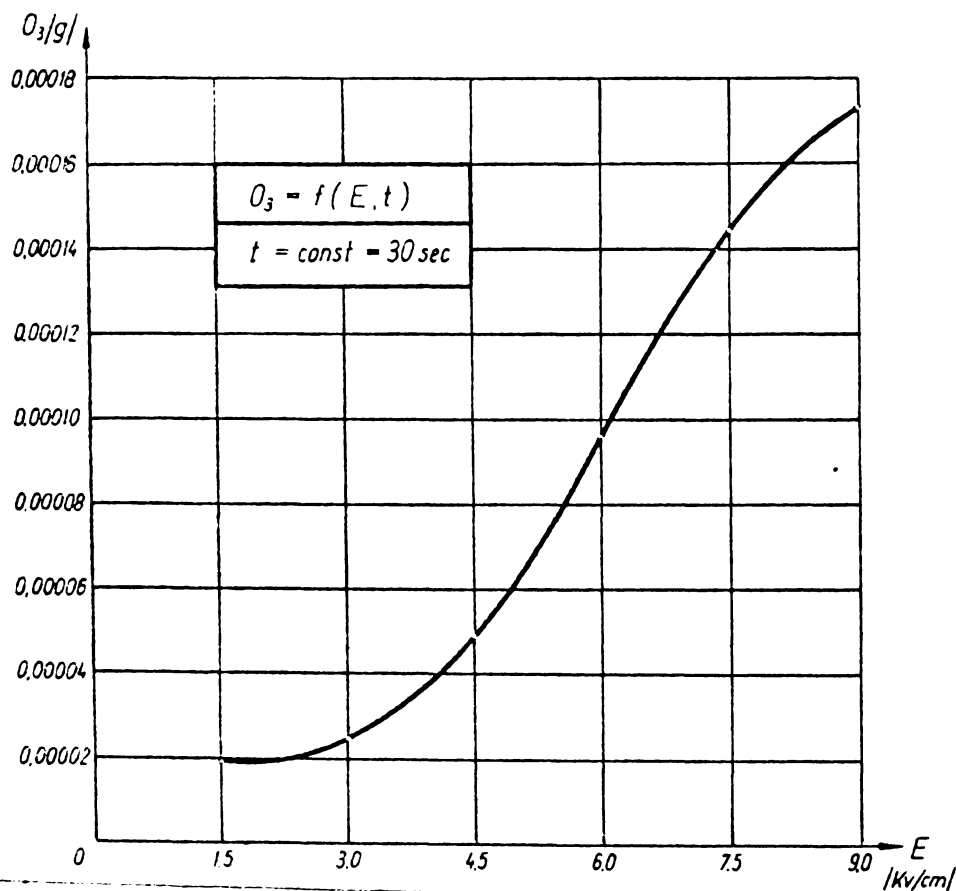


Fig.4.15. Dependența cantității de ozon de valoarea intensității câmpului electric, la un timp constant de acțiune a acestuia.

Se observă (fig.4.15) că la valori mai mari ale intensității câmpului electric se dezvoltă cantități importante de ozon. Ozonul dezvoltat în cantități importante în apă, va influența parametrii electrofizici ai apei, reacționează energic cu substanțele organice. În același timp, ozonul fiind foarte toxic, va avea și o acțiune de combatere a microorganismelor de pe suprafața semințelor.

## C a p i t o l u l 5

### INFLUENTA CIMPULUI ELECTROMAGNETIC ASUPRA CONSTANTEI DIELECTRICE ( $\epsilon$ ) ȘI $\text{tg } \delta$ A MASEI DE SEMINTE

#### 5.1. Prezentare generală și alegerea eșantioanelor

În literatură au fost întâlnite foarte puține informații referitoare la parametrii electrici ai semințelor ( $\epsilon$ ,  $\text{tg } \delta$ ); recent, (1973), STUART O. NELSON [119], arată că produsele agricole pot fi clasificate în două categorii: active și pasive - active incluzând materialele caracterizate de existența unor surse de energie în masa lor, surse ce pot da naștere la tensiuni electromotoare. Semințele pot fi incluse în categoria materialelor active; constanta dielectrică ( $\epsilon$ ),  $\text{tg } \delta$ , a lor se determină ca și în cazul materialelor dielectrice.

Masa semințelor reprezentând un dielectric cu calități complexe este ușor de presupus că aceasta - asemănător dielectricilor - are proprietatea, în câmpul electromagnetic, de a înmagazina energia electrică. Energia absorbită ( $W'$ ) în unitatea de volum de către materialele dielectrice, este proporțională cu pătratul intensității câmpului electric ( $E$ ), de asemenea, cu produsul constantelor dielectrice ale materialului  $\epsilon$  și a vidului ( $\epsilon_0$ )

$$W' = \frac{1}{2} \epsilon \epsilon_0 E^2. \quad (5.1)$$

Dielectricul - masă de semințe - poate fi prezentat, de asemenea, la o frecvență dată, printr-o schemă echivalentă simplificată formată dintr-o rezistență și capacitate, conectate în circuitul echivalent, în serie sau în paralel. Acest concept se aplică în multe tehnici de măsură, în care proprietățile dielectricului sînt calculate din măsurători de impedanțe sau admitanțe, făcute pe eșantioane de materiale dielectrice - (REDHEFFER, 1948; HIPPEL, 1954; FIELD, 1954; WESTPHAL, 1954; SMYTH, 1955; ALTSCHULER, 1963; SCHWAN, 1963; NELSON, 1965; GRANT, 1969; VAUGHAN, 1969; NELSON, 1972), [120].

Metode și rezultate privind măsurarea proprietăților semințelor cerealiere, se întâlnesc în literatură în special după anul 1965.

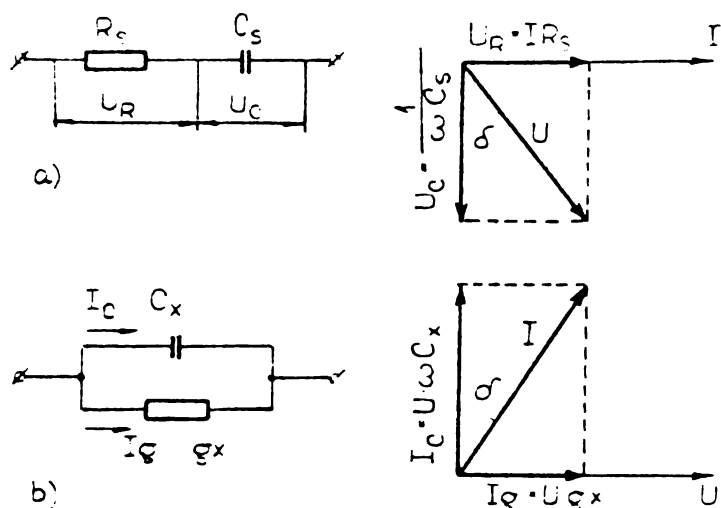


Fig.5.1. Scheme echivalente simplificate, diagrame vectoriale ale dielectricului; masă de semințe; a-serie; b-paralel.

Sînt consemnate determinări la frecvențe între 50 și 500 MHz [118, 121, 122, 123]; semnalăm de asemenea cercetările lui P.T.CORCORAN ș.a., [29] asupra proprietăților semințelor în gama de audio-frecvență. Parametrii dielectrici ai semințelor, arată H.V.KIPPER [64], J.K.BORDIN [18], A.M.BASOV ș.a., [12],

constituie elemente de bază pentru analiza comportării semințelor în instalațiile de uscare și sortare pe cale electrică a lor.

După cum se subliniază și în [29] sînt puține informațiile asupra proprietăților cerealelor la frecvențe joase. Nu au fost întâlnite în literatură studii și cercetări asupra eșantioanelor de semințe supuse inițial tratării în câmp electromagnetic, asemănător tratării semințelor înainte de însămînțare. Pentru prima dată ne propunem să evidențiem modificările care le va introduce în masa semințelor acțiunea câmpului electromagnetic, prin măsurători la diferite frecvențe, asupra eșantioanelor de aceeași umiditate netratate (mar-tor) și asupra eșantioanelor tratate. S-au preparat 8 eșantioane din semințe de orz (A), cu aceeași umiditate (condiționată)  $W = 13\%$ , șase din variante  $P_{11} - P_{32}$  - prezentate în tabelul 5.1 - au fost supuse influenței electromagnetice. Cu aceeași metodologie, au fost măsurate și eșantioanele netratate  $P_{41}, P_{42}$ . Tratarea s-a făcut într-o instalație experimentală, timp de 30 de secunde, într-o celulă de tip dielectric, la valori ale intensității câmpului electric care au prezentat stimul biologic în experiențe. Eșantioanele au fost apoi puse în celula de măsurare - condensator plan ecranat - distanța dintre

plăci fiind menținută cu un inel de telefon, de diametru interior  $d$ , așezată într-un suport special.

Volumul celulei de măsură este dat de relația:

$$V_c = \frac{\pi d^2}{4} h = 8,48 \text{ [cm}^3\text{]} \quad (5.2)$$

unde:  $d = 6$ ; diametrul interior al celulei, în cm;

$h = 0,3$ ; înălțimea celulei, în cm.

$V_s$  - volumul semințelor s-a măsurat, iar

$V_a$  - volumul de aer al celulei, s-a calculat cu relația:

$$V_a = V_c - V_s \text{ [cm}^3\text{]} \quad (5.3)$$

$G_r$  - greutatea semințelor, a fost determinată cu o balanță analitică.

După relațiile (5-4) s-au calculat părțile din unitatea de volum corespunzătoare semințelor  $V'_s$ , respectiv aerului  $V'_a$ ;

$$V'_s = \frac{V_s}{V_c}; \quad V'_a = \frac{V_a}{V_c} \quad \text{sau} \quad V'_a = 1 - V'_s \quad (5.4)$$

prezentate în tabelul 5.1.

Tabelul 5.1

Mr. cre.	Variante (probe)	E kV/cm	$V_c$ cm <sup>3</sup>	$V_s$ cm <sup>3</sup>	$V_a$ cm <sup>3</sup>	$V'_s$	$V'_a$	Gr g
1.	P <sub>11</sub>	10	8,48	4,80	3,68	0,5661	0,4339	5,513
2.	P <sub>12</sub>	10	8,48	4,70	3,78	0,5542	0,4458	5,513
3.	P <sub>21</sub>	8	8,48	4,70	3,78	0,5542	0,4458	5,581
4.	P <sub>22</sub>	8	8,48	4,20	4,28	0,4953	0,5047	4,935
5.	P <sub>31</sub>	4	8,48	4,20	4,28	0,4953	0,5047	5,621
6.	P <sub>32</sub>	4	8,48	4,90	3,58	0,5779	0,4221	5,522
7.	P <sub>41</sub>	0	8,48	4,00	4,48	0,4717	0,5283	5,570
8.	P <sub>42</sub>	0	8,48	4,11	4,37	0,4847	0,5153	5,442

5.2. Aparatura folosită. Măsurarea s-a făcut cu aparatul E 9-4 [174] destinat analizei factorului de rezonanță, aparat ce se bazează pe principiul rezonanței de tensiune. După cum se știe, rezonanța într-un circuit oscilant care conține o inductivitate  $L$ , o capacitate  $C$  și o rezistență activă  $R$ , are loc în condițiile:

$$X_C = X_L \quad \text{sau} \quad \omega L = \frac{1}{\omega C} \quad (5.5)$$

impedanța totală fiind:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}. \quad (5.6)$$

Curentul de rezonanță ia valoarea maximă posibilă și este dat de legea lui Ohm  $I = \frac{U_0}{R}$ , iar tensiunile la bornele elementelor reactive sînt date de relațiile:

$$U_L = I \omega_0 L = \frac{U_0 \omega_0 L}{R}; \quad U_C = I \frac{1}{\omega_0 C} = \frac{U_0}{\omega_0 C R} \quad (5.7)$$

unde:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ - pulsația de rezonanță, în Hz;}$$

$U_0$  - tensiunea de alimentare a circuitului oscilant, în V.

Pentru caracterizarea calității circuitului oscilant, se folosește, de obicei, factorul de rezonanță sau de calitate al circuitului  $Q$ , care este dat de raportul dintre tensiunea la bornele bobinei  $U_L$ , sau a condensatorului -  $U_C$ , la rezonanță și tensiunea  $U$ , aplicată la bornele circuitului oscilant [128, 173]

$$Q = \frac{U_L}{U} = \frac{U_C}{U} \quad \text{sau} \quad Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 C R}. \quad (5.8)$$

Se observă ușor, că în cazul aplicării unei tensiuni eficace constante la bornele circuitului oscilant, tensiunea la bornele elementelor reactive ale circuitului este proporțională cu factorul de rezonanță. Studiul factorului de pierderi  $\text{tg } \delta = f(\omega)$ , a constantei dielectrice  $\epsilon = f(\omega)$  a masei de semințe în funcție de frecvența ( $\omega$ ), s-a realizat cu aparatul E 9-4, a cărui schemă bloc și principală simplificată, sînt prezentate în figurile 5.2 și 5.3.

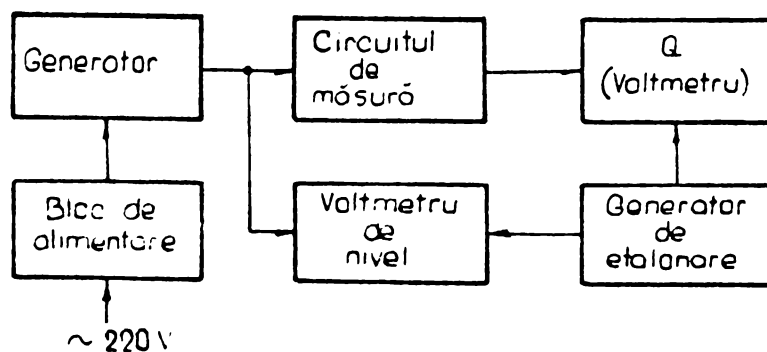
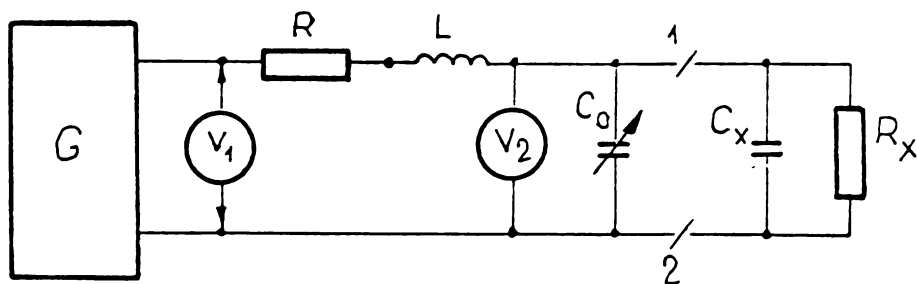


Fig.5.2. Schema bloc a aparatului E 9-4.





unde:

G - generator ce asigură alimentarea circuitului oscilant la o tensiune eficace

Fig.5.3. Schema principială simplificată a aparatului E 9-4

constantă, la o frecvență de la 50 kHz pînă la 35 MHz;

$V_1$  - voltmetru (de nivel), servește pentru stabilirea și controlul tensiunii de alimentare;

R - rezistența echivalentă a circuitului oscilant;

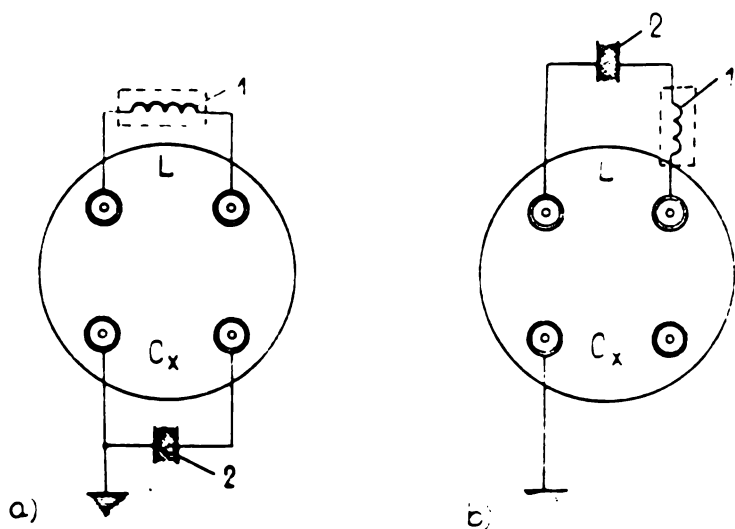
L - inductivitatea bobinei (cu posibilități de schimbare), realizînd măsuri la diferite frecvențe;

$V_2$  - voltmetru (scala Q), măsoară tensiunea asupra capacității circuitului oscilant și are scala gradată în unități Q;

$C_0$  - capacitate (cu posibilități de schimbare), realizînd astfel aducerea circuitului oscilant în rezonanță;

$C_x, R_x$  - reprezintă parametrii masei de semințe supuse măsurării, într-un condensator plan, ce se conectează la bornele 1 și 2 ale aparatului.

Celula cu proba a cărei parametri se măsoară, poate fi conectată la bornele circuitului oscilant în serie sau în paralel (fig.5.4). In



conformitate cu instrucțiunea tehnică a aparatului [174], pentru capacități pînă la 425 pF, măsurarea s-a realizat după schema de conectare în paralel.

Fig.5.4. Variante de conectare a celulei la bornele circuitului oscilant.

unde:

- 1 - inductivitatea L (cunoscută);
- 2 - capacitatea celulei C (se măsoară);
- a - conectare în paralel;
- b - conectare în serie.

Parametrii circuitului se determină cu relațiile:

$$R_p = \frac{1,59 \cdot 10^8 Q_1 Q_2}{f C_1 (Q_1 - Q_2)} ; \quad Q = \frac{(C_2 - C_1) Q_1 Q_2}{C_1 (Q_1 - Q_2)} \quad (5.9)$$

iar factorul de pierderi dielectrice și capacitatea:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{Q} = \frac{C_1 (Q_1 - Q_2)}{(C_2 - C_1) Q_1 Q_2} ; \quad C_p = C_2 - C_1 \quad (5.10)$$

unde:

$f$  - frecvența, în kHz, este dată de generator;

$C_1$  - capacitatea celulei de măsură, goală, în pF;

$C_2$  - capacitatea celulei de măsură umplută cu semințe, în pF.

5.3. Măsurarea constantei dielectrice  $\epsilon$ , a  $\operatorname{tg} \delta$  a masei de semințe la frecvența de 1000 Hz. Măsurătorile s-au realizat cu aparatul electronic E 4-4, cu înregistrare automată a valorilor  $\operatorname{tg} \delta$  și a capacității  $C$  [pF]. La început, au fost măsurăți parametrii celulei goale,  $C_0 = 20,9$  pF și  $\operatorname{tg} \delta = 0,0006$ , valori stabilite ca media a cinci măsurători.

S-a măsurat apoi  $C_x$  și  $\operatorname{tg} \delta_x$ , adică capacitatea și factorul de pierderi ai condensatorului, inclusiv parametrii celulei goale, umplut cu semințe ce au format egantioanele prezentate în tab.5.1.

Prin calcule se determină apoi  $C'_x$  - capacitatea condensatorului, cu dielectricul masă de semințe:

$$C'_x = C_x - C_0 \quad [\text{pF}]. \quad (5.11)$$

Constanta dielectrică a masei de semințe  $\epsilon'_x$ , în baza prezentărilor lui D.M. KAZARNOVSCHI [59] se calculează cu relația:

$$\epsilon'_x = 0,144 C'_x \frac{h}{d^2} \quad [\text{pF}] \quad (5.12)$$

unde  $h$  și  $d$  sînt dimensiunile condensatorului, prezentate mai sus.

Constanta dielectrică a semințelor  $\epsilon_s$ , s-a calculat cu relația:

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon'_x - V'_a \epsilon_a}{V'_s} \quad (5.13)$$

unde:  $\epsilon_a = 1$  (constanta dielectrică a aerului), iar  $V'_a$  și  $V'_s$  au semnificațiile prezentate în tabelul 5.1.

Factorul de pierderi în masa semințelor,  $tg \delta$ , a fost determinat din relația (5.14):

$$tg \delta = tg \delta_x - tg \delta_o. \quad (5.14)$$

Fiecare eșantion a fost supus la patru măsurători, notate cu a,b,c,d; s-a calculat apoi, pentru reprezentare, valoarea medie a celor patru măsurători,  $\epsilon_{sm}$  și  $tg \delta_m$ .

Calculul s-a realizat cu calculatorul electronic HEWELET-PAKARD-9100 pe baza unui program de calcul, a cărui schemă logică este prezentată în figura 5.5. Rezultatele sînt prezentate în tabelul 5.2.

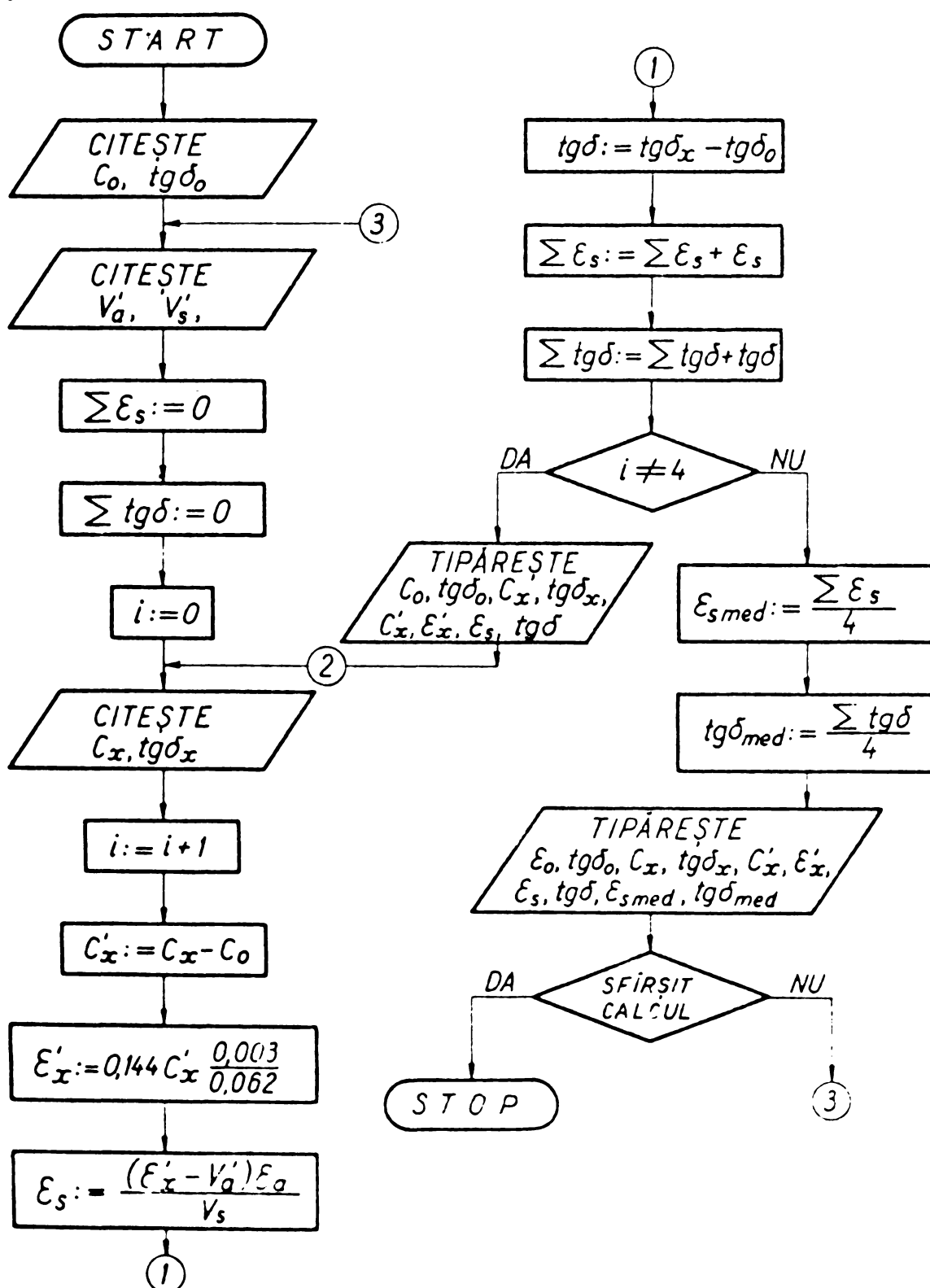


Fig.5.5. Schema logică a programului pentru măsurătorile la 1000 Hz.

Tabelul 5.2

Frecv.  $\omega$  de măsură :  $f = 1$  kHz

Mr. crt.	id- na	mis. fn var.	$C_0$ pF	tg	$C_x$ pF	tg x	$\Delta C_x$ pF	$\epsilon_x'$	$\epsilon_\theta$	tg $\delta$	$\epsilon_{\theta m}$	tg $\delta m$
1.	P11	a	20,090	0,0006	34,0590	0,0481	13,9790	1,677480	2,197138	0,04750	2,199417	0,047450
		b	20,090	0,0006	34,0800	0,0480	13,9900	1,678800	2,199470	0,04740		
		c	20,090	0,0006	34,0380	0,0480	13,9980	1,679760	2,201166	0,04740		
		d	20,090	0,0006	34,0820	0,0481	13,9920	1,679040	2,199394	0,04750		
2.	P12	a	20,090	0,0006	34,0520	0,0495	13,9720	1,676640	2,221112	0,04890	2,221436	0,049000
		b	20,090	0,0006	34,0520	0,0494	13,9620	1,675440	2,218964	0,04880		
		c	20,090	0,0006	34,0680	0,0497	13,9780	1,677360	2,222411	0,04910		
		d	20,090	0,0006	34,0720	0,0498	13,9820	1,677840	2,223277	0,04920		
3.	P21	a	20,090	0,0006	34,9650	0,0537	14,8750	1,785000	2,416637	0,05310	2,418694	0,053225
		b	20,090	0,0006	34,9750	0,0538	14,8850	1,786200	2,418802	0,05320		
		c	20,090	0,0006	34,9780	0,0539	14,8880	1,786560	2,419451	0,05330		
		d	20,090	0,0006	34,9800	0,0539	14,8900	1,786800	2,419335	0,05330		
4.	P22	a	20,090	0,0006	34,9920	0,0558	14,9020	1,788240	2,591963	0,05520	2,591115	0,055275
		b	20,090	0,0006	34,9900	0,0559	14,9000	1,788000	2,591478	0,05530		
		c	20,090	0,0006	34,9820	0,0559	14,8920	1,787040	2,589540	0,05530		
		d	20,090	0,0006	34,9900	0,0559	14,9000	1,788000	2,591478	0,05530		
5.	P31	a	20,090	0,0006	40,4480	0,0926	20,3580	2,442960	3,914095	0,09200	3,911490	0,092475
		b	20,090	0,0006	40,4280	0,0931	20,3380	2,440560	3,909249	0,09250		
		c	20,090	0,0006	40,4380	0,0933	20,3480	2,441760	3,911672	0,09270		
		d	20,090	0,0006	40,4350	0,0933	20,3450	2,441400	3,910945	0,09270		
6.	P32	a	20,090	0,0006	39,4980	0,0845	19,4080	2,328960	3,300208	0,08390	3,299637	0,084125
		b	20,090	0,0006	39,5030	0,0849	19,4130	2,329560	3,301246	0,08430		
		c	20,090	0,0006	39,4880	0,0847	19,3980	2,327760	3,298131	0,08410		
		d	20,090	0,0006	39,4920	0,0848	19,4020	2,328240	3,298962	0,08420		
7.	P41	a	20,090	0,0006	42,5980	0,0987	22,5080	2,700960	4,606118	0,09810	4,607963	0,098625
		b	20,090	0,0006	42,6020	0,0992	22,5120	2,701440	4,607136	0,09860		
		c	20,090	0,0006	42,6120	0,0996	22,5220	2,702640	4,609680	0,09900		
		d	20,090	0,0006	42,6090	0,0994	22,5190	2,702280	4,608917	0,09880		
8.	P42	a	20,090	0,0006	43,2780	0,0997	23,1880	2,782560	4,678622	0,09910	4,681531	0,099225
		b	20,090	0,0006	43,2880	0,0998	23,1980	2,783760	4,681098	0,09920		
		c	20,090	0,0006	43,2950	0,0999	23,2050	2,784600	4,682831	0,09930		
		d	20,090	0,0006	43,2980	0,0999	23,2080	2,784960	4,683574	0,09930		

Se poate observa că semințele supuse influenței câmpului electromagnetic și-au modificat parametrii mășurați la aceste frecvențe; atât constanta dielectrică,  $\epsilon$  cât și  $\text{tg } \delta$  scad pe măsura creșterii intensității câmpului electric. Valoarea medie a constantei dielectrice  $\epsilon_{sm}$ , scade de la 4,681531 la 2,199417, iar  $\text{tg } \delta_m$  - de la 0,99225 la 0,047450, pentru eșantioanele măsurate.

Presupunem - pe baza informațiilor de mai sus - că s-au petrecut transformări asupra componentelor semințelor, în primul rând asupra apei, parte importantă a conținutului semințelor.

5.4. Măsurarea constantei dielectrice  $\epsilon$  și a  $\text{tg } \delta$  masei de semințe la frecvențele de 60, 200 kHz și 5, 12 MHz. Metodologia de măsurare - la aceste patru frecvențe - este asemănătoare celei folosite în cazul frecvenței de 1 kHz; de data aceasta însă, se folosește puntea E.9-4, prezentată în subcapitolul 5.2. S-a utilizat aceeași celulă de măsurare, în care au fost așezate probele ce au valorile și notațiile din tabelul 5.1.

În calcul, pe lângă mărimile cunoscute, s-au mai folosit următoarele notații:

$Q_1$  - factorul de calitate al celulei goale, care s-a măsurat la fiecare frecvență utilizată;

$Q_2$  - factorul de calitate al condensatorului cu dielectricul - masa de semințe.

Măsurînd, pentru fiecare variantă cei patru parametri  $C_1$ ,  $Q_1$ ,  $C_2$ ,  $Q_2$  s-a determinat, în baza relației (5.14) recomandate pentru dielectrics organici, de către V.T.RENNE [144], constanta dielectrică a dielectricului (masa de semințe),  $\epsilon'_x$ , în care  $\Delta C$  are următoarea semnificație:

$$\Delta C = C_1 - C_2 \quad [\text{pF}] \quad (5.15)$$

$$\epsilon'_x = \frac{\Delta C h}{0,0695 d^2} + 1 \quad (5.16)$$

iar constanta dielectrică a semințelor,  $\epsilon_s$ , s-a calculat cu relația (5.17):

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon'_x - V'_a \epsilon_a}{V'_s} \quad (5.17)$$

Pentru determinarea  $\text{tg } \delta$  s-a folosit, conform [174], ecuația:

$$\text{tg } \delta = \frac{C_1}{\Delta C} \left( \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1 \cdot Q_2} \right). \quad (5.18)$$

Calcululele s-au realizat cu calculatorul HEWLETT-PACKARD tip 9820, în baza unui program, a cărui schemă logică este prezentată în fig.5.6.

Principalele date obținute la fiecare valoare a frecvenței și variantă de măsurare, sînt prezentate în tabelele 5.3; 5.4; 5.5 și 5.6.

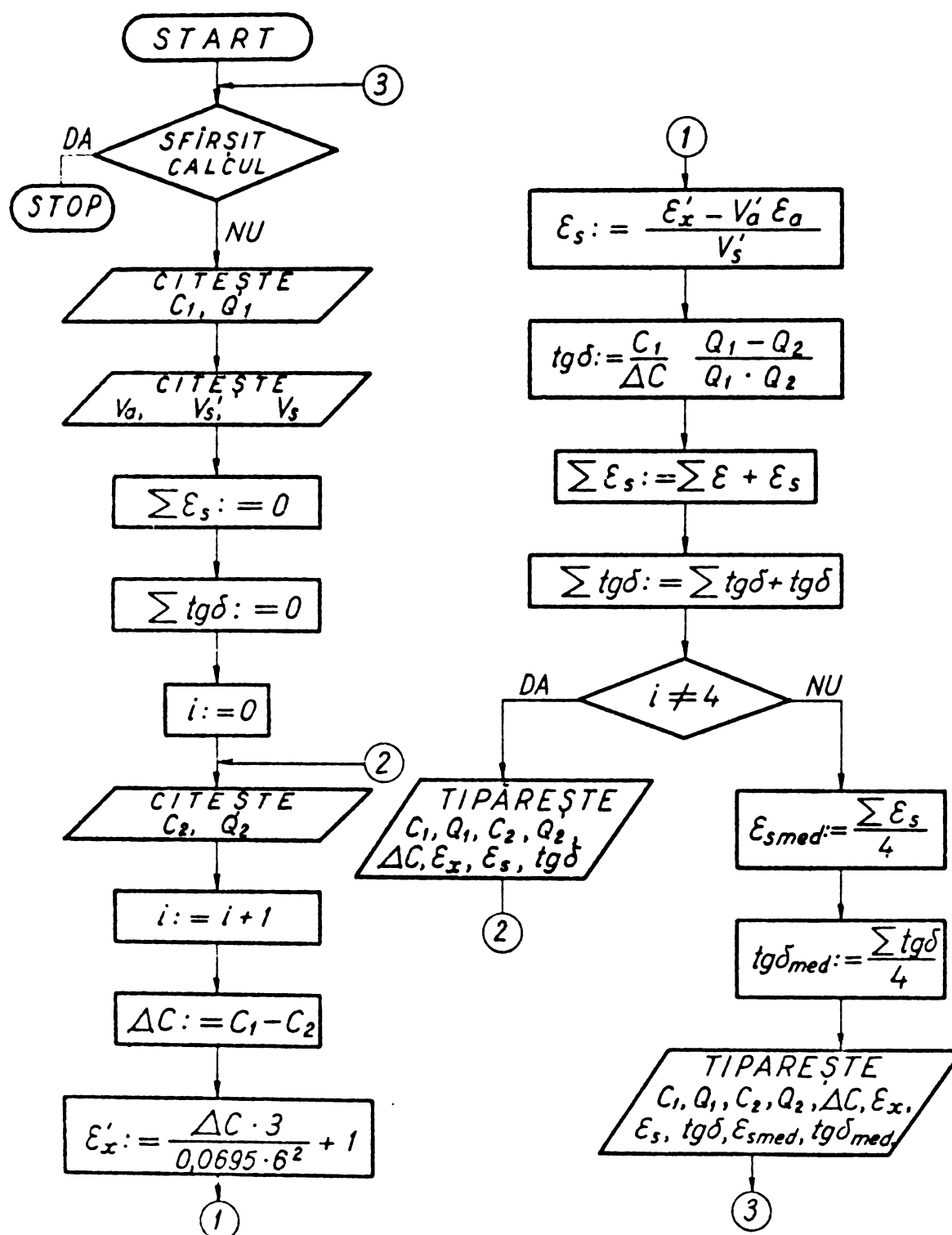


Fig.5.6. Schema logică a programului pentru măsurăto- rile la 60, 200 kHz și 5, 12 MHz.

STUDIUL IN INALTA FRECVENTA AL PARAMETRIILOR MASEI DE SEMINTE TRATATE

f=60 kHz

Nr. ord.	Varianta	IMS. an var.	$C_1$ - pF	$Q_1$	$C_2$ - pF	$Q_2$	$\Delta C$ - pF	$\epsilon'_x$	$\epsilon_s$	tg $\delta$	$\epsilon_{sm}$	tg $\delta_m$
1.	P11	a	227,600	51,500	216,200	44,500	9,400	2,12710	2,99152	0,07396	3,05507	0,08384
		b	227,600	51,500	218,000	43,000	9,600	2,15108	3,03389	0,09100		
		c	227,600	51,500	217,800	43,000	9,800	2,17506	3,07625	0,08914		
		d	227,600	51,500	217,600	43,500	10,000	2,19904	3,11862	0,08128		
2.	P12	a	227,600	51,500	216,800	45,000	10,800	2,29496	3,33682	0,08039	3,25027	0,07960
		b	227,600	51,500	216,700	43,000	10,900	2,30695	3,35845	0,08015		
		c	227,600	51,500	217,400	45,500	10,200	2,22502	3,20700	0,07968		
		d	227,600	51,500	217,900	41,000	9,700	2,16307	3,09883	0,07766		
3.	P21	a	227,600	51,500	217,200	45,000	10,400	2,24700	3,25027	0,08400	3,20160	0,08588
		b	227,600	51,500	217,600	43,000	10,000	2,19904	3,16373	0,08736		
		c	227,600	51,500	217,400	43,000	10,200	2,22502	3,20700	0,08565		
		d	227,600	51,500	217,500	43,000	10,100	2,21103	3,18537	0,08650		
4.	P22	a	227,600	51,500	218,600	45,300	9,000	2,07914	3,17940	0,09165	2,98569	0,09119
		b	227,600	51,500	219,500	44,200	8,100	1,97122	2,96148	0,09011		
		c	227,600	51,500	219,800	44,300	7,800	1,93525	2,88884	0,09209		
		d	227,600	51,500	219,700	44,300	7,900	1,94724	2,91305	0,09092		
5.	P31	a	227,600	51,500	217,600	42,000	10,000	2,19904	3,42153	0,09996	3,60918	0,09894
		b	227,600	51,500	216,100	41,000	11,500	2,37890	3,78473	0,09342		
		c	227,600	51,500	217,100	41,500	10,500	2,25899	3,54259	0,10142		
		d	227,600	51,500	216,500	41,500	11,100	2,33094	3,68787	0,09594		
6.	P32	a	227,600	51,500	217,400	40,500	10,200	2,22502	3,11686	0,11768	3,22581	0,11524
		b	227,600	51,500	216,600	40,000	11,000	2,31894	3,28287	0,11551		
		c	227,600	51,500	216,800	40,000	10,800	2,29496	3,24137	0,11765		
		d	227,600	51,500	216,600	40,500	10,900	2,30695	3,26212	0,11012		
7.	P41	a	227,600	51,500	216,200	37,900	11,400	2,36691	3,89791	0,13911	4,02501	0,14556
		b	227,600	51,500	215,800	37,000	11,800	2,41487	3,99959	0,14677		
		c	227,600	51,500	215,400	36,500	12,200	2,46283	4,10127	0,14837		
		d	227,600	51,500	215,400	36,600	12,200	2,46283	4,10127	0,14747		
8.	P42	a	227,600	51,500	216,700	34,600	10,900	2,30695	3,69718	0,19804	3,89513	0,20524
		b	227,600	51,500	217,000	34,100	10,600	2,27098	3,62295	0,21274		
		c	227,600	51,500	215,600	32,500	12,600	2,51079	4,11781	0,20505		
		d	227,600	51,500	214,900	32,400	12,700	2,52278	4,14255	0,20514		

STUDIUL IN INALTA FRECVENTA AL PARAMETRILOR MASEI DE SEMINTE TRATATE

f=200 kHz

Nr. crt.	Varianta	Măs. în var.	$\frac{C_1}{pF}$	$Q_1$	$\frac{C_2}{pF}$	$Q_2$	$\frac{\Delta C}{pF}$	$\epsilon'$	$\epsilon''$	tg $\delta$	$\epsilon_{em}$	tg $\delta_m$
1.	P11	a	192,700	65,000	187,500	60,000	5,200	1,62350	2,10177	0,04751	2,42483	0,04466
		b	192,700	65,000	186,500	59,700	6,200	1,74341	2,31361	0,04245		
		c	192,700	65,000	185,300	58,500	7,400	1,88729	2,56783	0,04451		
		d	192,700	65,000	184,600	58,000	8,100	1,97122	2,71612	0,04417		
2.	P12	a	192,700	65,000	187,200	60,000	5,500	1,65947	2,31548	0,04492	2,33263	0,04047
		b	192,700	65,000	187,200	60,000	5,500	1,65947	2,31548	0,04492		
		c	192,700	65,000	186,100	59,500	6,600	1,79317	2,56709	0,04152		
		d	192,700	65,000	188,000	62,000	4,700	1,56355	2,13249	0,03052		
3.	P21	a	192,700	65,000	184,900	58,000	7,800	1,93525	2,68775	0,04587	2,67693	0,04487
		b	192,700	65,000	185,300	58,700	7,400	1,88729	2,60121	0,04300		
		c	192,700	65,000	184,200	57,500	8,500	2,01918	2,83920	0,04549		
		d	192,700	65,000	185,400	58,500	7,300	1,87530	2,57957	0,04512		
4.	P22	a	192,700	65,000	188,400	62,000	4,300	1,51559	2,04137	0,03336	2,13823	0,04391
		b	192,700	65,000	187,400	60,000	5,300	1,63549	2,28350	0,04661		
		c	192,700	65,000	187,900	60,000	4,800	1,57554	2,16244	0,05147		
		d	192,700	65,000	188,300	61,000	4,400	1,52758	2,06559	0,04418		
5.	P31	a	192,700	65,000	187,300	56,500	5,400	1,64748	2,30772	0,08259	2,40457	0,07960
		b	192,700	65,000	187,100	56,500	5,600	1,67146	2,35614	0,07964		
		c	192,700	65,000	186,700	56,500	6,000	1,71942	2,45300	0,07433		
		d	192,700	65,000	186,500	55,500	6,200	1,74341	2,50142	0,08185		
6.	P32	a	192,700	65,000	184,600	53,500	8,100	1,97122	2,68107	0,07867	2,69664	0,07392
		b	192,700	65,000	183,900	53,500	8,800	2,05516	2,82633	0,07242		
		c	192,700	65,000	184,800	54,500	7,900	1,94724	2,63957	0,07230		
		d	192,700	65,000	184,800	54,500	7,900	1,94724	2,63957	0,07230		
7.	P41	a	192,700	65,000	183,100	49,500	9,600	2,15108	3,44035	0,09670	3,38951	0,10675
		b	192,700	65,000	183,200	49,500	9,500	2,15909	3,41493	0,09772		
		c	192,700	65,000	183,400	46,000	9,300	2,11511	3,36409	0,13167		
		d	192,700	65,000	183,500	49,500	9,200	2,10312	3,33867	0,10090		
8.	P42	a	192,700	65,000	184,600	52,000	8,100	1,97122	3,00438	0,09150	3,25800	0,09452
		b	192,700	65,000	183,800	50,000	8,900	2,06715	3,20232	0,09993		
		c	192,700	65,000	183,400	50,000	9,300	2,11511	3,30130	0,09563		
		d	192,700	65,000	182,500	49,500	10,200	2,22302	3,52398	0,09101		



Tabelul 5.5.

STUDIUL IN INALTA FRECVENTA AL PARAMETRILOR MASEI DE SEMINTE TRATATE

f=5 MHz

Nr. crt.	Varianta	Măe. în var.	$C_1 - \frac{1}{pF}$	$Q_1$	$C_2 - \frac{2}{pF}$	$Q_2$	$\Delta C - \frac{1}{pF}$	$C_x$	$\epsilon_B$	tg $\delta$	$C_{gm}$	tg $\delta_m$
1.	P11	a	357,000	115,00	347,000	100,00	10,000	2,9904	3,11862	0,04657	2,93326	0,04539
		b	357,000	115,00	346,600	100,00	10,400	2,24700	3,20336	0,04477		
		c	357,000	115,00	348,000	102,00	9,000	2,07914	2,90678	0,04396		
		d	357,000	115,00	349,900	104,00	7,100	1,85132	2,50427	0,04625		
2.	P12	a	357,000	115,00	352,600	107,00	4,400	1,52758	1,95214	0,05275	2,17932	0,05463
		b	357,000	115,00	350,000	103,00	7,000	1,83933	2,51467	0,05167		
		c	357,000	115,00	352,100	105,00	4,900	1,58753	2,06032	0,06034		
		d	357,000	115,00	351,500	105,00	5,500	1,65947	2,19013	0,05375		
3.	P21	a	357,000	115,00	348,700	102,00	8,300	1,99520	2,79593	0,04767	3,00688	0,04925
		b	357,000	115,00	347,500	101,00	9,500	2,13903	3,05556	0,04530		
		c	357,000	115,00	346,700	98,00	10,300	2,23501	3,22864	0,05228		
		d	357,000	115,00	348,000	100,00	9,000	2,07914	2,94738	0,05174		
4.	P22	a	357,000	115,00	349,200	100,00	7,800	1,93525	2,88884	0,05970	3,11886	0,05348
		b	357,000	115,00	348,200	100,00	8,700	2,04317	3,10676	0,05352		
		c	357,000	115,00	347,600	100,00	9,400	2,12710	3,27625	0,04954		
		d	357,000	115,00	347,900	100,00	9,100	2,09113	3,20361	0,05117		
5.	P31	a	357,000	115,00	346,600	91,00	10,400	2,24700	3,51833	0,07872	4,05713	0,06811
		b	357,000	115,00	344,000	90,00	13,000	2,55875	4,14793	0,06633		
		c	357,000	115,00	343,800	90,00	13,200	2,58273	4,19635	0,06533		
		d	357,000	115,00	343,100	90,00	13,900	2,66667	4,36585	0,06204		
6.	P32	a	357,000	115,00	344,600	93,00	12,400	2,48681	3,57340	0,05922	3,58896	0,06395
		b	357,000	115,00	344,600	92,00	12,400	2,48681	3,57340	0,06259		
		c	357,000	115,00	344,300	91,00	12,700	2,52273	3,63566	0,06447		
		d	357,000	115,00	344,600	90,000	12,400	2,48681	3,57340	0,06954		
7.	P41	a	357,000	115,00	342,100	90,00	14,900	2,78657	4,78762	0,05787	5,14350	0,06058
		b	357,000	115,00	340,000	85,00	17,000	3,03837	5,32144	0,06445		
		c	357,000	115,00	340,400	87,00	16,600	2,99041	5,21976	0,06019		
		d	357,000	115,00	340,300	87,00	16,700	3,00240	5,24518	0,05983		
8.	P42	a	357,000	115,00	341,300	85,00	15,700	2,88249	4,88484	0,06979	4,86628	0,07420
		b	357,000	115,00	341,500	82,00	15,500	2,85851	4,83536	0,08060		
		c	357,000	115,00	341,100	83,00	15,900	2,90647	4,93433	0,07527		
		d	357,000	115,00	341,600	85,00	15,400	2,84652	4,81061	0,07115		

Tabelul 5.6

STUDIUL IN INALTA FRECVENTA AL PARAMETRILOR MASEI DE SEMINTE TRATATE

f=12 MHz

Nr. crt.	Varianta	Msa. fn var.	$C_1 - \frac{1}{pF}$	$Q_1$	$C_2 - \frac{1}{pF}$	$Q_2$	$\Delta C - \frac{1}{pF}$	$C'x$	$\epsilon_B$	tg $\delta$	$\epsilon_{em}$	tg $\delta m$	
1.	P11	a	337,700	125,00	329,100	105,00	8,600	2,03118	2,82204	0,05984	2,74790	0,06410	
		b	337,700	125,00	329,000	105,00	8,700	2,04517	2,84523	0,05915			
		c	337,700	125,00	328,200	102,00	9,500	2,13909	3,01270	0,06412			
		d	337,700	125,00	331,500	107,00	6,200	1,74541	2,51361	0,07530			
2.	P12	a	337,700	125,00	323,300	110,00	14,400	2,72662	4,11570	0,02558	2,43894	0,10129	
		b	337,700	125,00	331,500	107,00	6,200	1,74541	2,34158	0,07330			
		c	337,700	125,00	335,100	105,00	2,600	1,31175	1,56270	0,19792			
		d	337,700	125,00	334,300	110,00	3,400	1,40767	1,73579	0,10835			
3.	P21	a	337,700	125,00	330,100	107,00	7,600	1,91127	2,64448	0,05980	2,74184	0,06022	
		b	337,700	125,00	330,300	107,00	7,400	1,88729	2,60121	0,06142			
		c	337,700	125,00	329,900	107,00	7,800	1,93525	2,68775	0,05827			
		d	337,700	125,00	328,300	103,00	9,400	2,12710	3,03592	0,06139			
4.	P22	a	337,700	125,00	330,200	107,00	7,500	1,89928	2,81620	0,06060	2,97358	0,05677	
		b	337,700	125,00	329,200	106,00	8,500	2,01918	3,05853	0,05697			
		c	337,700	125,00	329,300	107,00	8,400	2,00719	3,03412	0,05410			
		d	337,700	125,00	329,500	107,00	8,200	1,98321	2,98569	0,05542			
5.	P31	a	337,700	125,00	327,000	99,00	10,700	2,28297	3,59102	0,06631	3,48811	0,06741	
		b	337,700	125,00	327,500	99,00	10,200	2,22302	3,46995	0,06956			
		c	337,700	125,00	327,700	100,00	10,000	2,19904	3,42153	0,06754			
		d	337,700	125,00	327,500	100,00	10,200	2,22302	3,46995	0,06622			
6.	P32	a	337,700	125,00	327,600	100,00	10,100	2,21103	3,09611	0,06687	3,18949	0,06646	
		b	337,700	125,00	327,500	100,00	10,200	2,22302	3,11685	0,06622			
		c	337,700	125,00	326,500	98,00	11,200	2,34293	3,32438	0,06646			
		d	337,700	125,00	327,000	99,00	10,700	2,28297	3,22062	0,06631			
7.	P41	a	337,700	125,00	325,600	102,00	12,100	2,45084	4,07585	0,05035	4,13305	0,06122	
		b	337,700	125,00	325,300	96,00	12,400	2,48681	4,15211	0,06582			
		c	337,700	125,00	325,400	96,00	12,300	2,47282	4,12669	0,06635			
		d	337,700	125,00	325,200	97,00	12,500	2,49880	4,17753	0,06239			
8.	P42	a	337,700	125,00	326,400	99,00	11,300	2,35492	3,79615	0,06279	3,82708	0,06440	
		b	337,700	125,00	326,000	97,00	11,700	2,40288	3,89513	0,06665			
		c	337,700	125,00	326,800	99,00	10,900	2,30695	3,69718	0,06509			
		d	337,700	125,00	325,900	98,00	11,800	2,41487	3,91987	0,06308			

Pentru o reprezentare grafică a mărimilor calculate, în funcție de frecvență, s-a calculat și în acest caz media celor patru măsurători din aceeași variantă (a,b,c,d), obținându-se astfel valorile  $\epsilon_s$  med și  $\text{tg } \delta_{\text{med}}$ , valori care au fost reprezentate în figurile 5.7 și 5.8.

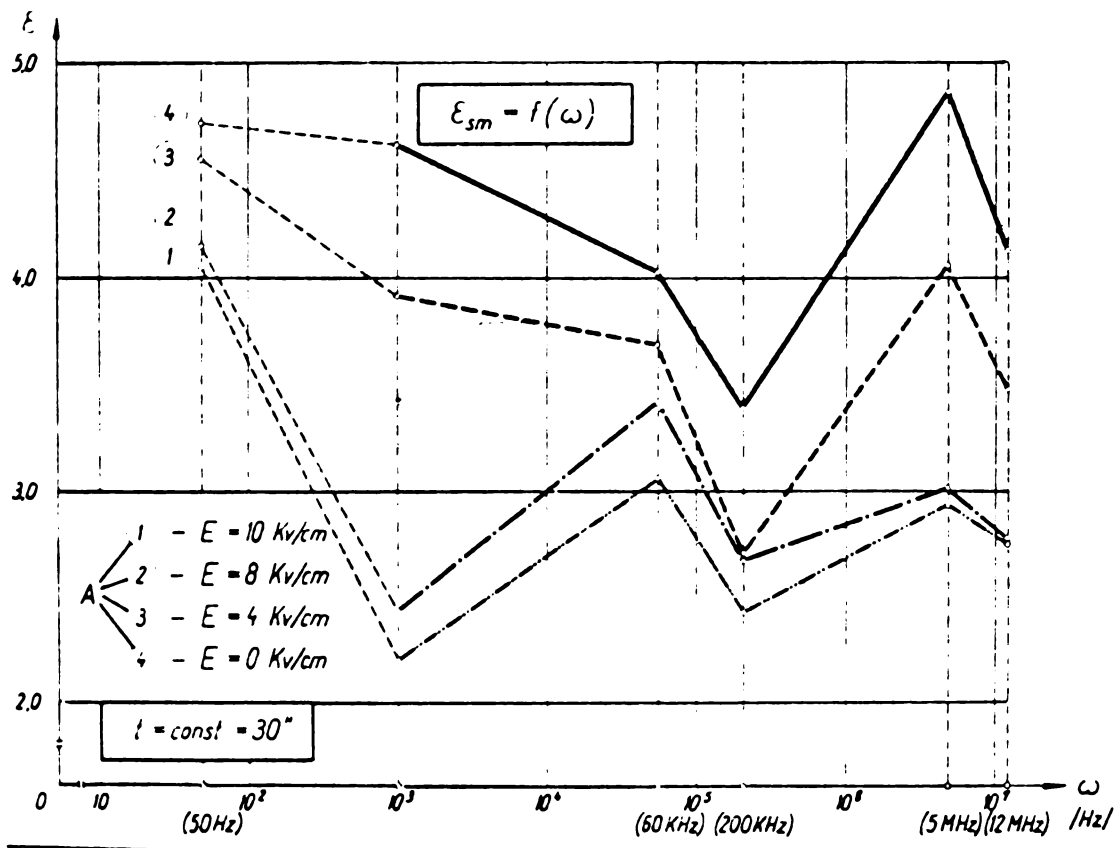


Fig.5.7. Dependența constantei dielectrice medii  $\epsilon_s$  med de valorile frecvenței de măsurare.

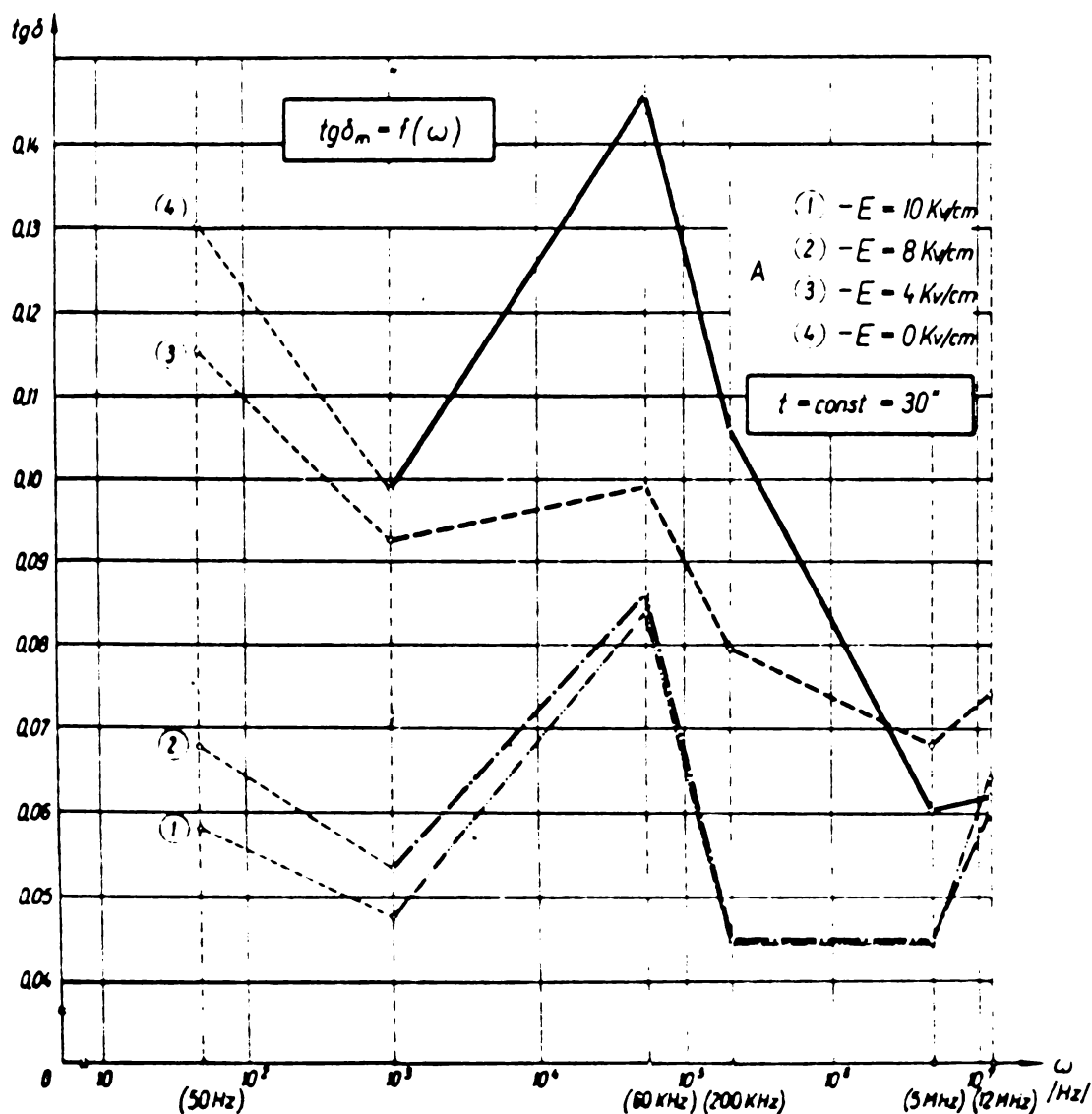


Fig.5.8. Dependența  $\text{tg } \delta_{\text{med}}$  de valorile frecvenței de măsurare.

După cum se observă, a fost reprezentat logaritmul frecvenței pe axa orizontală iar, pentru orientare, au fost figurate și valorile lui  $\epsilon_s$ , pentru o frecvență de 50 Hz - liniile punctate - valori obținute pe baza unei metodologii ce se va prezenta ulterior, și care sînt prezentate în tabelul 5.7.

Tabelul 5.7

Nr. crt.	Varianta	U kV	E kV/cm	$\epsilon_s$	tg $\delta$
1.	P <sub>11</sub>	2,4	8,0	4,04832	0,0581
2.	P <sub>21</sub>	2,4	8,0	4,28561	0,0673
3.	P <sub>31</sub>	2,4	8,0	4,57865	0,1150
4.	P <sub>41</sub>	2,4	8,0	4,72564	0,1302

Din analiza schimbării valorilor constantei dielectrice și a tg  $\delta$  a masei de semințe supuse influenței cîmpului electromagnetic, rezultă următoarele:

- o scădere sensibilă a constantei dielectrice și a tg  $\delta$ , ceea ce arată că s-au petrecut schimbări ale compoziției semințelor supuse tratării electromagnetice (influența este asemănătoare procesului de uscare dielectrică a semințelor);

- scăderea depinde de intensitatea cîmpului electric în care au fost tratate semințele și este mai mare la valori mai mari ale cîmpului;

- cele mai importante schimbări le-a suferit tg  $\delta$  în gama de frecvență 1 kHz - 200 kHz;

- dependența  $\epsilon$ , tg  $\delta$  de frecvență pune de asemenea în evidență domeniile optime de frecvență în care masa de semințe absoarbe o cantitate mai mare de energie.

#### 5.5. Dependența constantei dielectrice a capacității și tg $\delta$ a masei de semințe de temperatură, măsurată la frecvența de 1000 Hz

Avînd în vedere conținutul deosebit de complex al semințelor de la apă și substanțe organice pînă la elemente metalice sub forme specifice de legătură, este limpede că și procesele de relaxare datorită agitației termice, vor fi complexe.

DEPENDENTA DE TEMPERATURA A PARAMETRILOR MASEI DE SEMINTE  
LA FRECUENÇA DE 1000 Hz

Nr. crt.	t °C	C <sub>0</sub> pF	V a r i a n t a C-1		V a r i a n t a C-2	
			t <sub>g</sub> δ	ε	t <sub>g</sub> δ	ε
1.	20	4,3390	0,0235	2,05350	0,0275	2,07697
2.	25	4,3390	0,0234	2,05730	0,0278	2,07551
3.	30	4,3390	0,0230	2,05462	0,0282	2,07743
4.	35	4,3390	0,0243	2,06176	0,0285	2,08181
5.	40	4,3390	0,0242	2,06015	0,0281	2,08342
6.	45	4,3390	0,0246	2,06453	0,0306	2,08458
7.	50	4,3390	0,0262	2,06545	0,0353	2,09287
8.	55	4,3390	0,0267	2,07167	0,0414	2,09387
9.	60	4,3390	0,0352	2,08204	0,0517	2,11246
10.	65	4,3390	0,0496	2,10237	0,0792	2,25581
11.	70	4,3390	0,0743	2,30145	0,0975	2,68771
12.	75	4,3390	0,0875	2,66350	0,1020	3,35469
13.	80	4,3390	0,0927	3,00345	0,0975	3,88637

Nr. crt.	t °C	C <sub>0</sub> pF	V a r i a n t a C-3		V a r i a n t a C-4	
			t <sub>g</sub> δ	ε	t <sub>g</sub> δ	ε
1.	20	4,3390	0,0338	2,11638	0,0406	2,16939
2.	25	4,3390	0,0340	2,11359	0,0403	2,18068
3.	30	4,3390	0,0341	2,11846	0,0405	2,17285
4.	35	4,3390	0,0356	2,12583	0,0426	2,17815
5.	40	4,3390	0,0361	2,13067	0,0452	2,19036
6.	45	4,3390	0,0385	2,13021	0,0517	2,18875
7.	50	4,3390	0,0475	2,14934	0,0644	2,24844
8.	55	4,3390	0,0642	2,19036	0,0791	2,64461
9.	60	4,3390	0,0844	2,45148	0,0948	3,23300
10.	65	4,3390	0,1008	2,92256	0,1037	3,83475
11.	70	4,3390	0,1052	3,55319	0,1055	4,11223
12.	75	4,3390	0,1057	3,93590	0,0963	4,31942
13.	80	4,3390	0,1003	4,06660	0,0844	4,28370

Ne propunem ca prin măsurări cu aparatul (E.4-4) la 1000 Hz, să urmărim global, cum se schimbă valorile capacității  $C$  [pF], a  $\text{tg} \delta$ , a patru eșantioane de grâu (C), cu diferite umidități (1 = 9,98 %; 2 = 10,10 %; 3 = 13,96 %; 4 = 16,04 %). Evoluția parametrilor masei

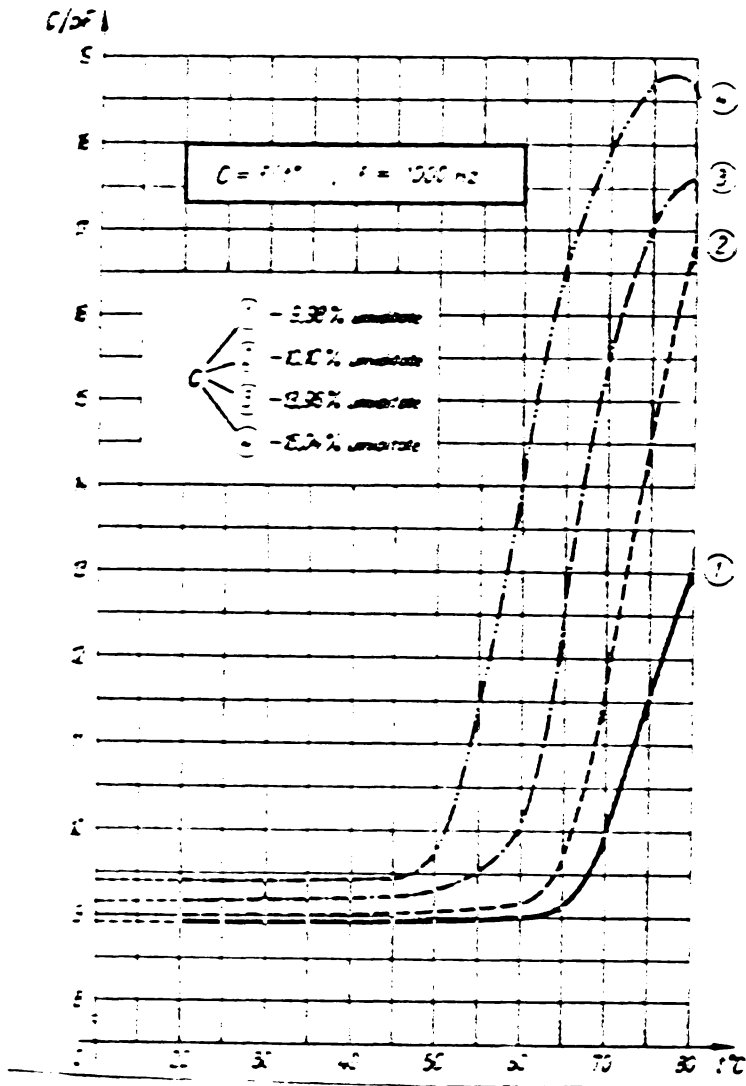


Fig.5.9. Dependența capacității  $C$  [pF] a masei de semințe de temperatura  $t$  [°C], la frecvența de 1000 Hz.

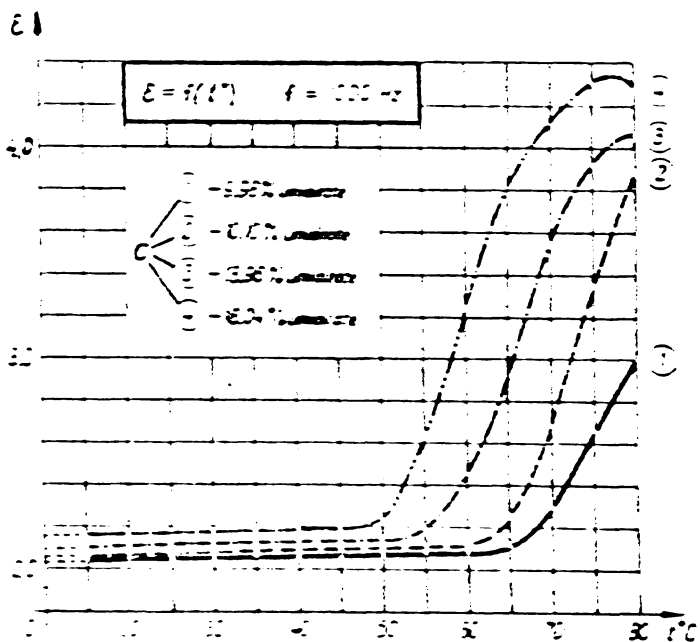


Fig.5.10. Dependența constantei dielectrice  $\epsilon$  a masei de semințe, de temperatura  $t$  [°C], la frecvența de 1000 Hz.

de semințe s-a urmărit la început din 15 în 15 secunde, apoi din 30 în 30 de secunde. În tabelul 5.8 au fost reținute numai valorile la intervale egale de temperatură. Măsurarea s-a făcut într-o instalație cu programare a regimului termic. Constanta dielectrică a masei de semințe,  $\epsilon_{ms}$ , a fost calculată cu raportul dintre capacitatea celulei umplute cu semințe,  $C_x$  măsurată la diferite valori ale temperaturii, și capacitatea celulei goale  $C_0$ :

$$\epsilon_{ms} = \frac{C_x}{C_0} \quad (5.19)$$

S-a urmărit intervalul de la 20 la 80°C, deoarece peste 60-65°C semințele își pierd proprietățile lor biologice.

Analizînd datele din tabelul 5.8, precum și dependențele prezentate în figurile 5.9, 5.10, 5.11, se observă o importantă legătură între parametrii  $\epsilon$ ,  $\text{tg} \delta$  și temperatură, în spe-

cial după valoarea de 50 - 55°C. Cu cât umiditatea semințelor este mai mare, cu atât modificările parametrilor de mai sus sînt mai

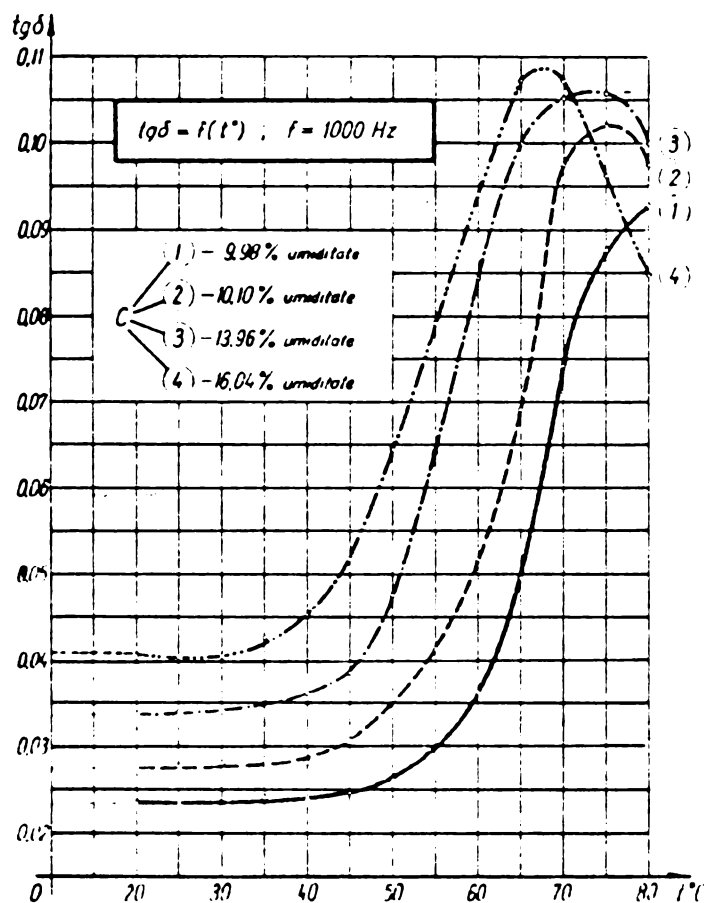


Fig.5.11. Dependenta  $\text{tg } \delta$  a masei de semințe de temperatura  $t$  [°C], la frecvența de 1000 Hz.

accentuate. S-a pus, de asemenea, în evidență un domeniu (70-80°C) după care în funcție de conținutul de apă al semințelor, creșterea temperaturii nu mai este urmată de o creștere a capacității, constantei dielectrice și a  $\text{tg } \delta$  ci, din contră, de o scădere. Curbele obținute au înfățișarea unor dependențe de ionizare a dielectricilor.

Se confirmă și pe această cale, analog informațiilor [19], că apa în principal, pe lângă celelalte componente ale semințelor are un rol important în modificarea parametrilor electrofizici, sub influența agenților termici exteriori.

## C a p i t o l u l 6

### STUDIUL TIMPIILOR DE RELAXARE MAGNETICA NUCLEARA ( $T_1$ , $T_2$ ) A SEMINTELOR

6.1. Motivare și prezentarea generală. Am ales pentru studiul influenței câmpului electromagnetic asupra semințelor, rezonanța magnetică nucleară, deoarece poate oferi informații despre starea apei și altor faze fluide a semințelor. Compararea rezultatelor primite prin măsurători de rezonanță magnetică nucleară, asupra probelor de semințe netratate și tratate în câmpul electromagnetic, la diferite intensități, ne va da informații asupra modificărilor structurale și de compoziție a apei și ale altor faze fluide.

Intrucât în măsurătorile de rezonanță magnetică nucleară vom utiliza mărimi specifice acestei tehnici, vom prezenta în sinteză semnificația lor.

Nucleul atomic după cum se știe este format din protoni (particule încărcate pozitiv) și neutroni (particule lipsite de sarcini electrice), sarcina electrică a protonului fiind egală cu sarcina electronului [136]. Nucleul atomic se rotește în jurul axei sale și are un moment unghiular denumit "spin", dat de relația (6.1):

$$K = I(I + 1) \frac{h}{2\pi} \quad (6.1)$$

unde:  $I$  - numărul cuantic de spin,

$h = 6,62 \cdot 10^{-27}$  erg.s - constanta lui PLANCK.

Nucleii atomici cu un număr de spini mai mare decât zero, posedă pe lângă momentul unghiular nuclear, un moment magnetic [171], dat de relația (6.2):

$$\mu = \gamma h I \quad (6.2)$$

$\gamma$  fiind coeficientul giromagnetic.



Dacă nucleii atomici cu moment magnetic vor fi puși într-un câmp magnetic, asupra lor vor acționa forțe de orientare, cu alte cuvinte, un câmp magnetic extern  $H_0$  provoacă o mișcare de precesie în jurul axei câmpului cu frecvența lui LARMOR  $\omega_0$ , [137]:

$$\omega_0 = \gamma H_0 \quad (6.3)$$

O magnetizare macroscopică de-a lungul axei (Z) a câmpului, rezultă din însumarea vectorială a momentelor nucleare. Este posibil să se rotească această magnetizare cu un unghi specific față de axa (Z), utilizând un câmp  $H_1$  (axa absciselor), perpendicular pe  $H_0$ , astfel ca mișcarea de precesie să se facă în jurul lui  $H_1$ . Acest câmp  $H_1$ , de scurtă durată, poate fi produs de către un impuls de înaltă frecvență la frecvența lui LARMOR,  $\omega_0$ , în conformitate cu expresiile (6.4), după [175]:

$$\omega_1 = \gamma H_1; \text{ întrucît } \omega_1 = \frac{\alpha}{t_p}, \text{ se poate scrie:}$$

$$\alpha = \gamma H_1 t_p \quad (6.4)$$

unde:  $t_p$  - durata impulsului de înaltă frecvență;

$\alpha$  - unghiul de rotație.

Dacă se alege  $\alpha = 90^\circ$  sau  $\alpha = 180^\circ$ , pentru o intensitate constantă a câmpului  $H_1$ , aceste unghiuri de rotație vor corespunde cu o anumită durată a impulsului  $t_p$ . În urma comunicării unui impuls controlat, spre exemplu, impuls de  $90^\circ$ , figura 6.1, va apărea un semnal nuclear care uzual este denumit inducție nucleară liniară.

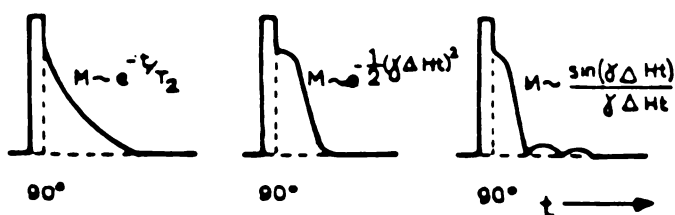
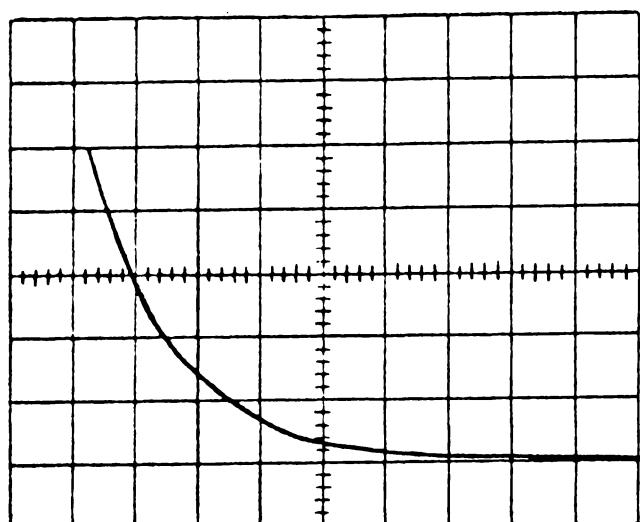


Fig.6.1. Impulsuri de  $90^\circ$ .

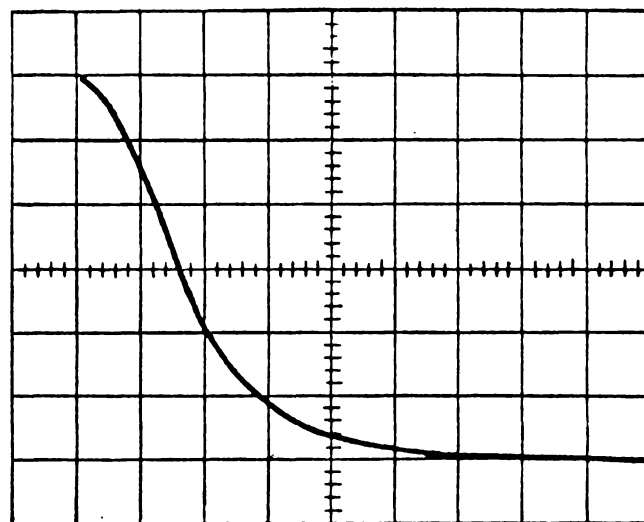
$$E = f(t)$$

prezentate în figura 6.2 a, b, c.

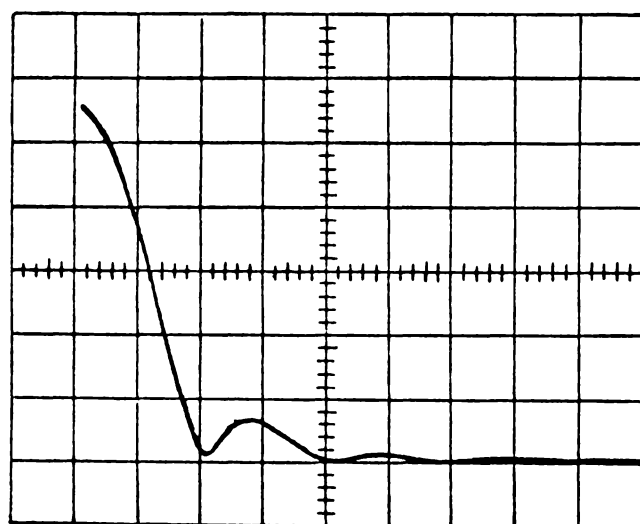
Pe ecranul osciloscopului spectrometrului pulsant S X P, aceste impulsuri pot fi urmărite prin semnalele lor nucleare, care sînt tensiuni electromotoare, funcții de timp,



a)



b)

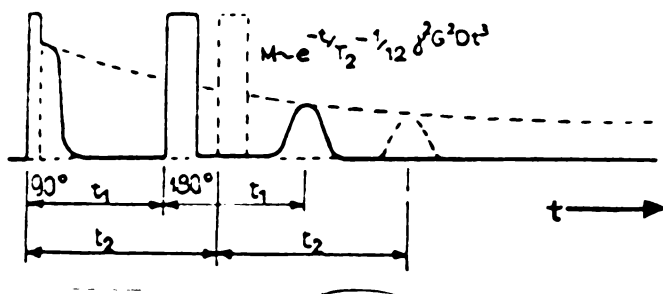


c)

Fig.6.2 a,b,c. Semnale nucleare pe ecranul osciloscopului, generate de impulsuri de  $90^\circ$ .

In figura 6.2 a, se prezintă un semnal de inducție nucleară liberă, care este determinat de timpul de relaxare spin-spin. Se poate observa forma exponențială a curbei care determină simplu timpul de relaxare; această reprezentare corespunde variantei - câmp magnetic static  $H_0$ , perfect omogen. Dacă câmpul magnetic static  $H_0$  este neomogen, avînd o distribuție gaussiană, câmp în care se află plasată proba de analizat, semnalul de inducție nucleară liberă are forma din figura 6.2 b. In cazul existenței unui gradient de câmp magnetic, semnalul inducției nucleare este de forma celui prezentat în figura 6.2 c.

Intrucît în situațiile practice experimentale avem neomogenități de câmp magnetic, timpul de relaxare spin-spin,  $T_2$ , nu poate



fi determinat din semnalul inducției nucleare libere, în acest caz se apelează la secvențe de impulsuri, care anulează efectele neomogenităților câmpului magnetic.

Fig.6.3. Program de impulsuri 90°-180°.

In cazul în care, spre exem-

plu, după un impuls de 90° se va comunica un impuls de 180°, cu un interval de timp  $t_1$ , mic față de timpul de relaxare, atunci se va naște după  $2 t_1$ , așa-numitul semnal "ecou de spin" (fig.6.3).

Pe ecranul spectrometrului semnalul nuclear are forma reprezentată în figura 6.4.

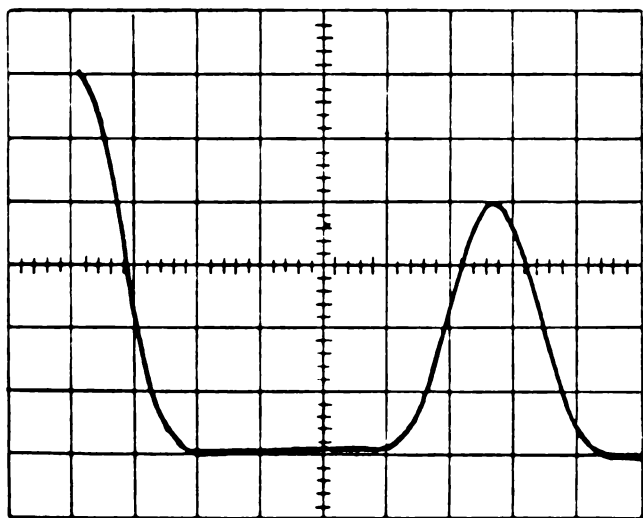


Fig.6.4. Semnale nucleare pe ecranul osciloscopului ale impulsurilor 90° - 180°.

Amplitudinea inițială a semnalului nuclear după un impuls de 90° este proporțională cu magnetizarea  $M$  și, prin urmare, cu polarizarea nucleară a probei supuse măsurării, din aceasta se poate determina valoarea relativă și absolută a concentrației nucleare sau de spin. Expresia magnetizării nucleare, după T.C. FARARR și

D.E. BEKER [33], este dată de relația (6.5):

$$M = \frac{N \gamma^2 \hbar^2 I(I + 1)}{2 K T} \quad (6.5)$$

unde:  $T$  - temperatura;

$N$  - numărul de spini;

$K$  - constanta lui BOLTZMANN.

După cum se observă, în expresia (6.5) apare un termen legat de numărul spinilor nucleari  $N$ , ceea ce face posibil ca din amplitudinea

tudinea semnalului inducției nucleare liberă să se determine cantitatea de spini nucleari ce îndeplinesc condiția de rezonanță nucleară.

### 6.2. Timpul de relaxare spin - rețea ( $T_1$ ) și determinarea lui.

Rezonanța magnetică nucleară oferă informații importante asupra distribuției densității de spin, permite stabilirea structurii moleculare. Este știut, de asemenea, faptul că, în cazul unui echilibru termodinamic al unei probe există o magnetizare statică  $M$ , în câmpul magnetic  $H_0$ .

Timpul de relaxare longitudinală  $T_1$ , cunoscut și ca timp de relaxare spin - rețea, este o constantă de timp ce caracterizează viteza de stabilire a echilibrului, după comunicarea impulsului, prin cedarea de energie din partea gradelor de libertate ale spinului nuclear, la restul gradelor de libertate ale probei, denumite simbolic, rețea.

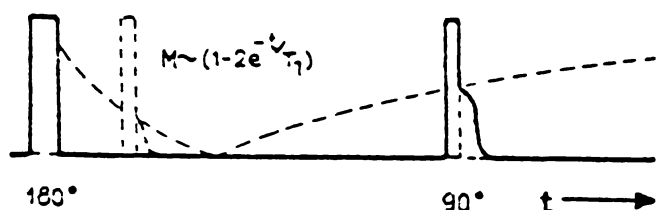


Fig.6.5. Program de impulsuri  $180^\circ - 90^\circ$ .

Tehnicile utilizate pentru măsurarea timpului de relaxare  $T_1$  se bazează pe ruperea mai întâi a echilibrului magnetizării, ce se află în paralel, printr-o secvență de impuls de  $180^\circ - 90^\circ$  (fig.6.5), care va a-

duce magnetizarea antiparalel față de câmp. Se observă și se măsoară apoi restabilirea echilibrului în direcția câmpului.

Sînt cunoscute, de asemenea, și alte tehnici ce utilizează impulsuri de  $90^\circ - 90^\circ - 180^\circ$  sau  $90^\circ - 90^\circ$  (fig.6.6 a, b).

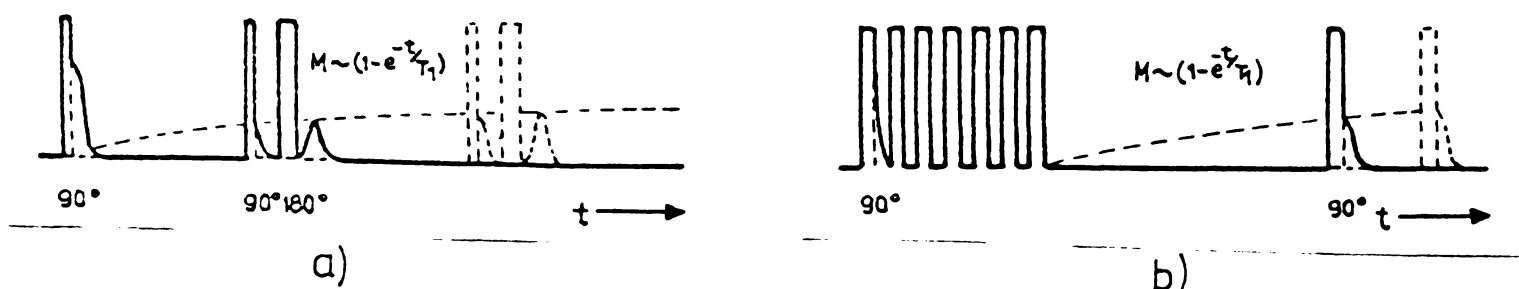


Fig.6.6. a, b. Programe de impulsuri pentru determinarea timpului de relaxare  $T_1$ .

În măsurarea timpilor de relaxare a semințelor cu spectrometrul pulsant BRUKER de tip S X P, s-a folosit detecția de fază, care dă o curbă simetrică curbei din figura 6.5, fiind o metodă mai sensibilă și mai precisă.

Determinarea timpului de relaxare spin - rețea ( $T_1$ ), s-a realizat prin urmărirea atenuării semnalului inducției nucleare libere, pentru secvențe de  $180^\circ - 90^\circ$ , cu  $t$  variabil (distanța între cele două impulsuri). Ecuația care descrie forma curbei de magnetizare în funcție de timp, este dată de relația (6.6):

$$M(t) = M_0 \left( 1 - 2 \exp^{-\frac{t}{T_1}} \right) \quad (6.6)$$

În practică, se folosește metoda reprezentării grafice a logaritmului magnetizării în funcție de timpul  $t$ , iar din panta dreptei rezultate, într-o scară logaritmică, se determină timpul de relaxare spin - rețea  $T_1$ .

Observăm faptul că ecuația (6.6), descrie o situație în care spinii nucleari se află într-o singură stare fizică, determinați de un singur timp de relaxare  $T_1$ .

În sistemele mai complexe cum sînt semințele, spinii nucleari pot exista în două stări fizice diferite, caracterizate de doi timpi de relaxare  $T_1$  diferiți, pe care, convențional, îi notăm cu  $T_{1a}$  și  $T_{1b}$ . În acest caz curba de magnetizare  $M(t)$ , va fi compusă din două exponențiale, din care se vor determina, în mod analog, cei doi timpi de relaxare spin - rețea  $T_{1a}$  și  $T_{1b}$  (6.7):

$$M(t) = M_{0a} \left( 1 - 2 \exp^{-\frac{t}{T_{1a}}} \right) + M_{0b} \left( 1 - 2 \exp^{-\frac{t}{T_{1b}}} \right) \quad (6.7)$$

Determinarea se poate face prin scăderea grafică a celor două exponențiale sau prin utilizarea unui algoritm de calcul.

6.3. Timpul de relaxare spin - spin ( $T_2$ ). La un echilibru termic al unei probe, nu avem magnetizare într-un plan perpendicular

pe cîmp. Dacă vom roti vectorul magnetizare cu ajutorul unui cîmp  $H_1$ , în planul său transversal, toate momentele magnetice vor fi în fază și se vor însuma, iar momentul magnetic macroscopic rezultat va induce o forță electromotoare semnal. Se știe, de asemenea, faptul că într-un cîmp perfect omogen, toți spinii se rotesc cu aceeași viteză unghiulară  $\omega_0$  în jurul cîmpului  $H_0$ , atunci cînd cîmpul  $H_1$  este întrerupt. Relaxarea provoacă perturbări în relațiile de fază, iar vectorul sumă, adică momentul magnetic macroscopic scade exponențial la zero, după cum se prezintă în figura 6.2 a, sau după alte legi, în cazul neomogenităților de cîmp magnetic figura 6.2 b,c.

Perioada la care apare acest defazaj, este caracterizată de constanta de timp  $T_2$ , care este denumită constanta de timp transversală sau timpul de relaxare spin - spin, și poate fi determinat după relația (6.8):

$$M(t) = M_0 \exp - \frac{t}{T_2} \quad (6.8)$$

Relațiile de fază sînt supuse acțiunilor spin - spin pe de o parte, iar pe de altă parte, sînt afectate de interacțiunile spin-rețea.

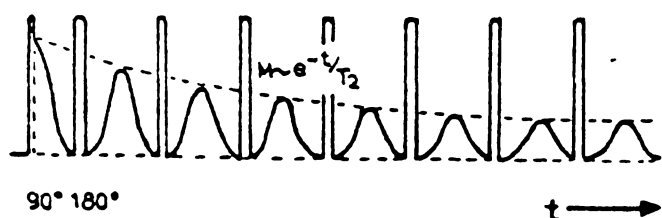


Fig.6.7. Program de impulsuri  $90^\circ - 180^\circ$ .

Intrucît determinarea timpului de relaxare  $T_2$  din ecuația (6.8) nu este în general posibilă, datorită neomogenităților de cîmp magnetic, se folosește tehnica ecoului în spin, în cadrul

asa-numitei secvențe CARR-PURCELL, de  $90^\circ - 180^\circ$  (fig.6.7).

Folosind această tehnică, în cazul măsurării cu aparatul BRUKER de tip S X P [175], se apelează la un impuls inițial de  $90^\circ$  și apoi o suită de impulsuri de  $180^\circ$  la intervale de timp constant. După fiecare impuls de  $180^\circ$  va apare un ecou de spin care se atenuază cu creșterea intervalului. Atenuarea ecoului în timp urmează o lege ex-

ponențială similară ecuației (6.8). Ca și în cazul determinării timpului de relaxare  $T_1$ , se realizează o reprezentare într-o scară logaritmică a amplitudinii ecoului, în funcție de timp, iar din panta dreptei rezultate se determină timpul de relaxare  $T_2$ .

În cazul semințelor spini pe care îi cercetăm se află în două stări diferite, caracterizate de doi timpi de relaxare, aspectul ecoului arată prezența a două exponențiale. Magnetizarea totală, în acest caz, va fi descrisă de ecuația (6.9):

$$M(t) = M_{(oa)} \exp^{-\frac{t}{T_{2a}}} + M_{(ob)} \exp^{-\frac{t}{T_{2b}}} \quad (6.9)$$

Semnalul magnetizării, pe osciloscopul aparatului, are forma din figura 6.8 a,b.

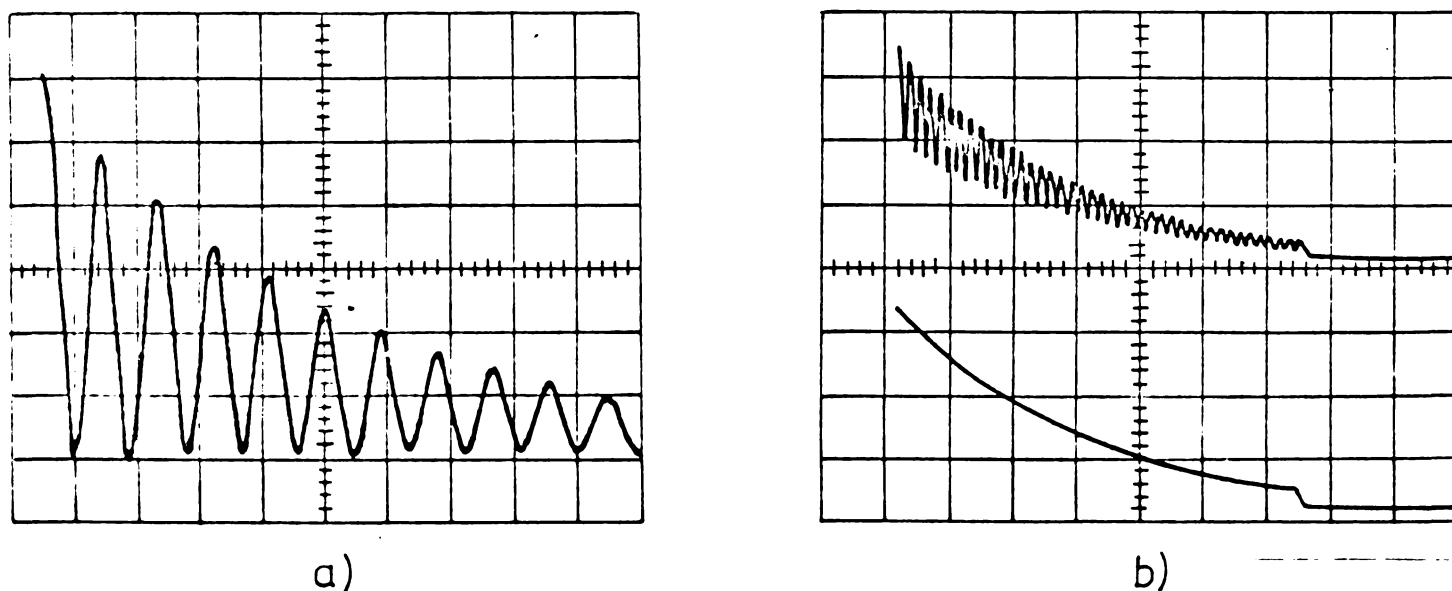
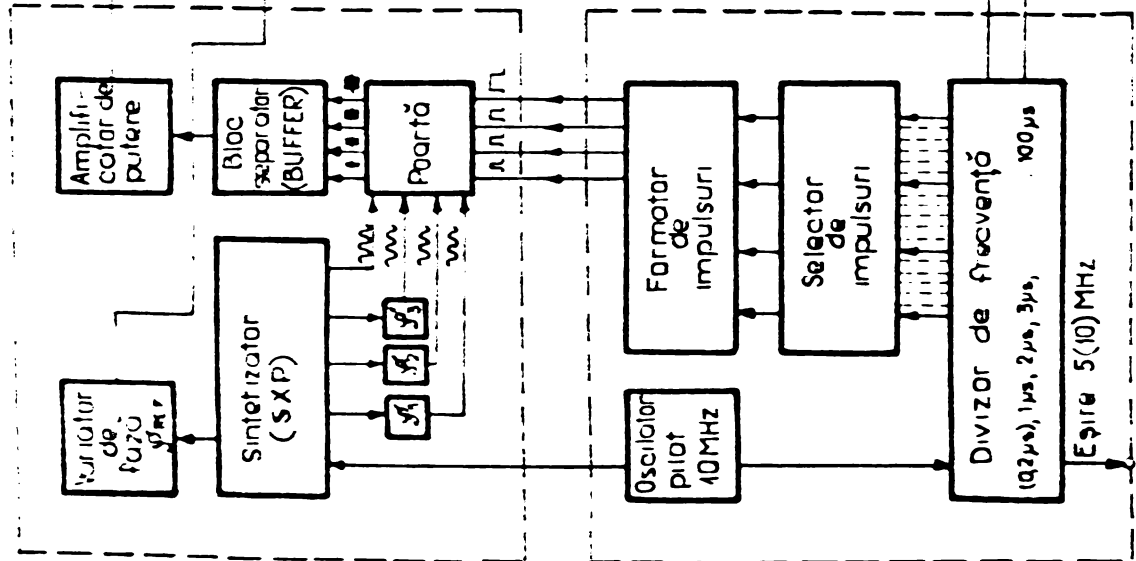


Fig.6.8 a,b. Semnale nucleare pe ecranul oscilatorului, ale impulsurilor  $90^\circ - 180^\circ$ .

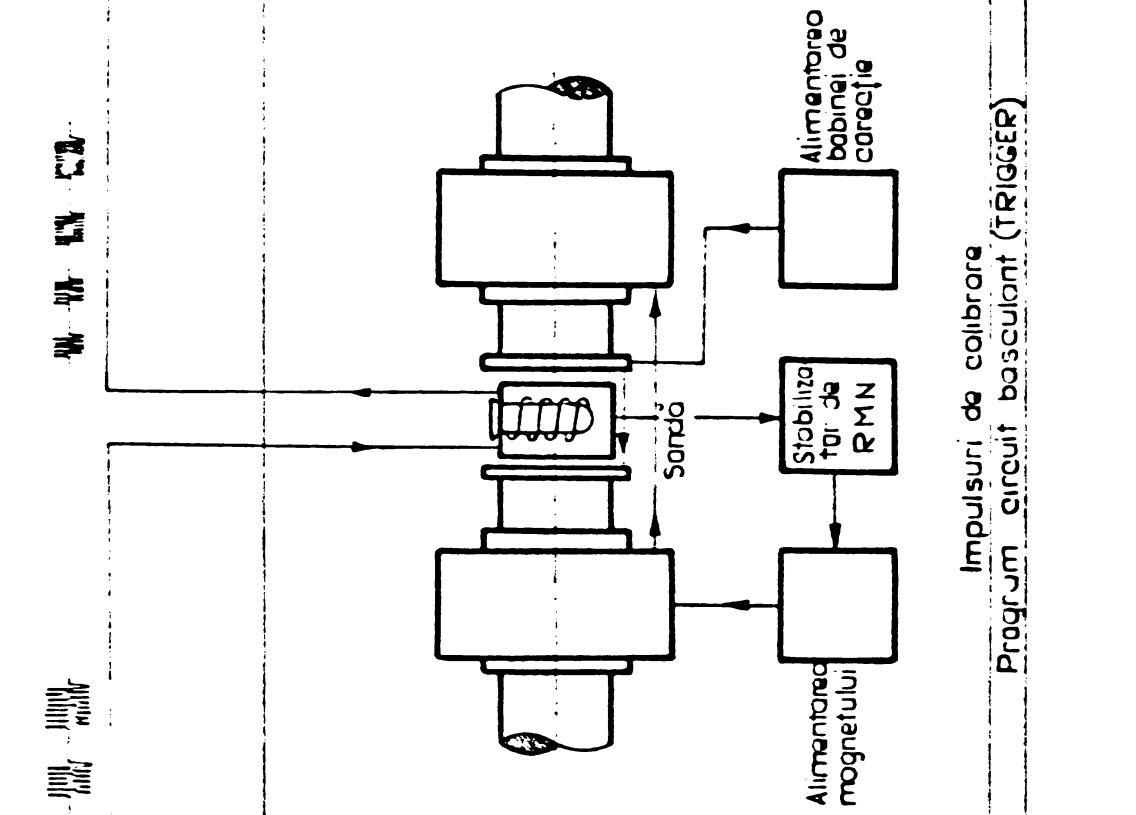
6.4. Principii constructive și de funcționare a spectrometrului pulsant S X P - BRUKER. Schema bloc a spectrometrului pulsant este prezentată în figura 6.9. După cum se observă, din schemă, părțile cele mai importante ale spectrometrului sînt: generatorul de impulsuri, divizorul de frecvență - tip cuarț - de la care se obțin impulsurile de scurtă durată; unitatea de programare cu o largă gamă de programe de impulsuri.

# DIAGRAMA BLOC SPECTROMETRULUI PULSANT SXP

TRANSMIȚATOR

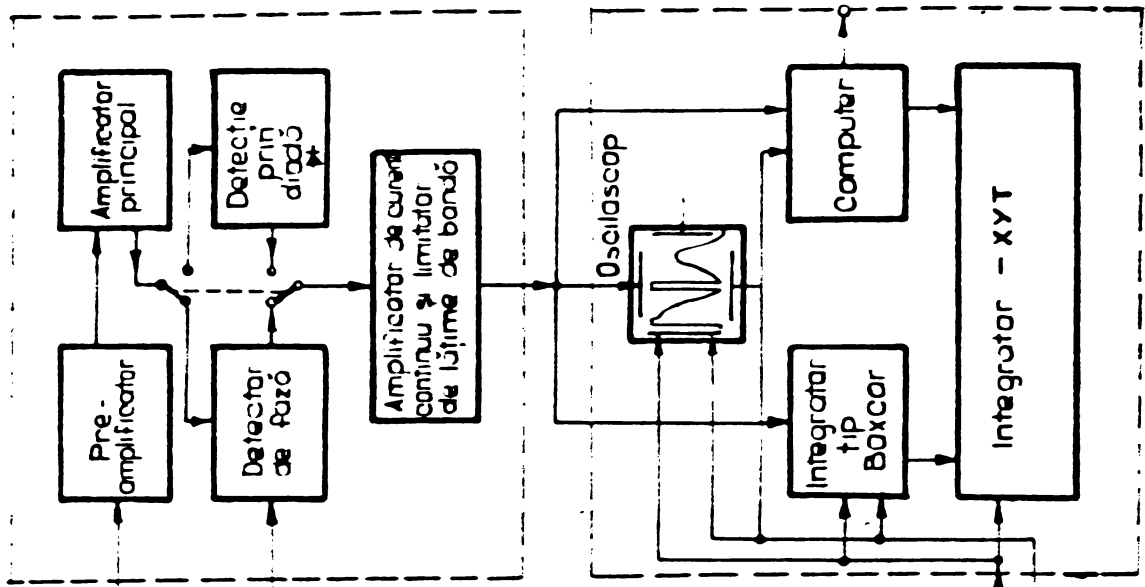


GENERATOR DE PROGRAMARE



Impulsuri de calibrare  
Program circuit basculant (TRIGGER)

RECEPTOR



EVALUAREA DATELOR

Fig.6.9. Diagrama bloc a spectrometrului pulsant BRUKER de tip S X P.



Frecvența de bază de 1 MHz de la oscilatorul de cuarț este transmisă sintetizatorului de frecvență, apoi semnalele sînt transmise la poartă. Se observă de asemenea, amplificarea de putere a semnalului și transmiterea către sonda de măsură, în care se așază semințele ale căror caracteristici se studiază.

Semnalul nuclear care rezultă, ca urmare a impulsurilor asupra probei - amplasată într-un câmp magnetic controlat - este cules de bobina receptoare și transmis unui preamplificator, apoi semnalul de joasă frecvență este trecut printr-un amplificator și limitator de lățime de bandă.

Cu ajutorul unui osciloscop, comandat de impulsurile primite de la generatorul de impulsuri, se pot observa semnalele nucleare rezultate. Tensiunea electromotoare a semnalului, este măsurată cu un voltmetru digital, iar înregistrarea datelor corespunzătoare timpilor de relaxare s-a făcut cu un integrator în coordonate x,y,z de tip BOXCAR.

6.5. Rezultate experimentale.\* Esantioane din semințe de aceeași umiditate martor și tratate la diferite valori ale intensității câmpului electric (4,6,8kV/cm), la un timp de expunere constant  $t=30s$ , au fost supuse măsurării în rezonanță magnetică nucleară, cu ajutorul spectrometrului pulsant BRUKER tip S X P. Înainte de măsurare, probele au fost păstrate în aceleași condiții de temperatură. În sonda de măsură RMN - cilindru de sticlă - au fost așezate volume egale de semințe din probele analizate ( $V = 2 \text{ cm}^3$ ).

Folosind metodologia prezentată în subcapitolul 6.2, s-a determinat timpul de relaxare  $T_1$  cu ajutorul unei secvențe  $180^\circ - 90^\circ$ . Determinarea timpului de relaxare  $T_2$  s-a realizat cu o secvență CARR-PURCELL de  $90^\circ - 180^\circ$ .

---

\* Măsurătorile în rezonanță magnetică nucleară au fost realizate în laboratoarele RMN ale I.I.S. din Cluj-Napoca.

In figurile 6.10 și 6.11 sînt prezentate spre exemplificare spectre RMN - pentru determinarea timpilor de relaxare  $T_1$  și  $T_2$ , în cazul semințelor de grîu și porumb.

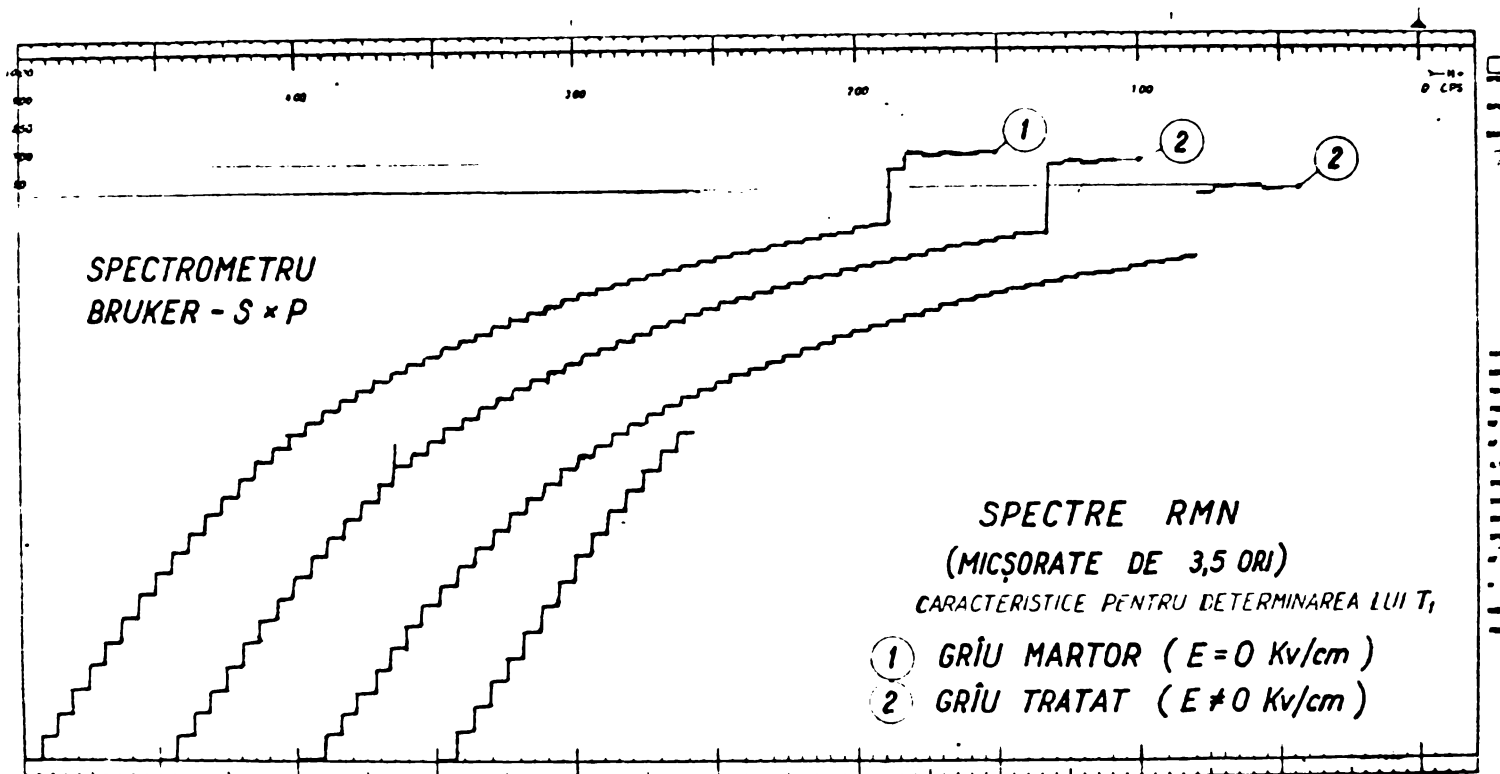


Fig.6.10. Spectre RMN pentru determinarea lui  $T_1$  în cazul semințelor de grîu.

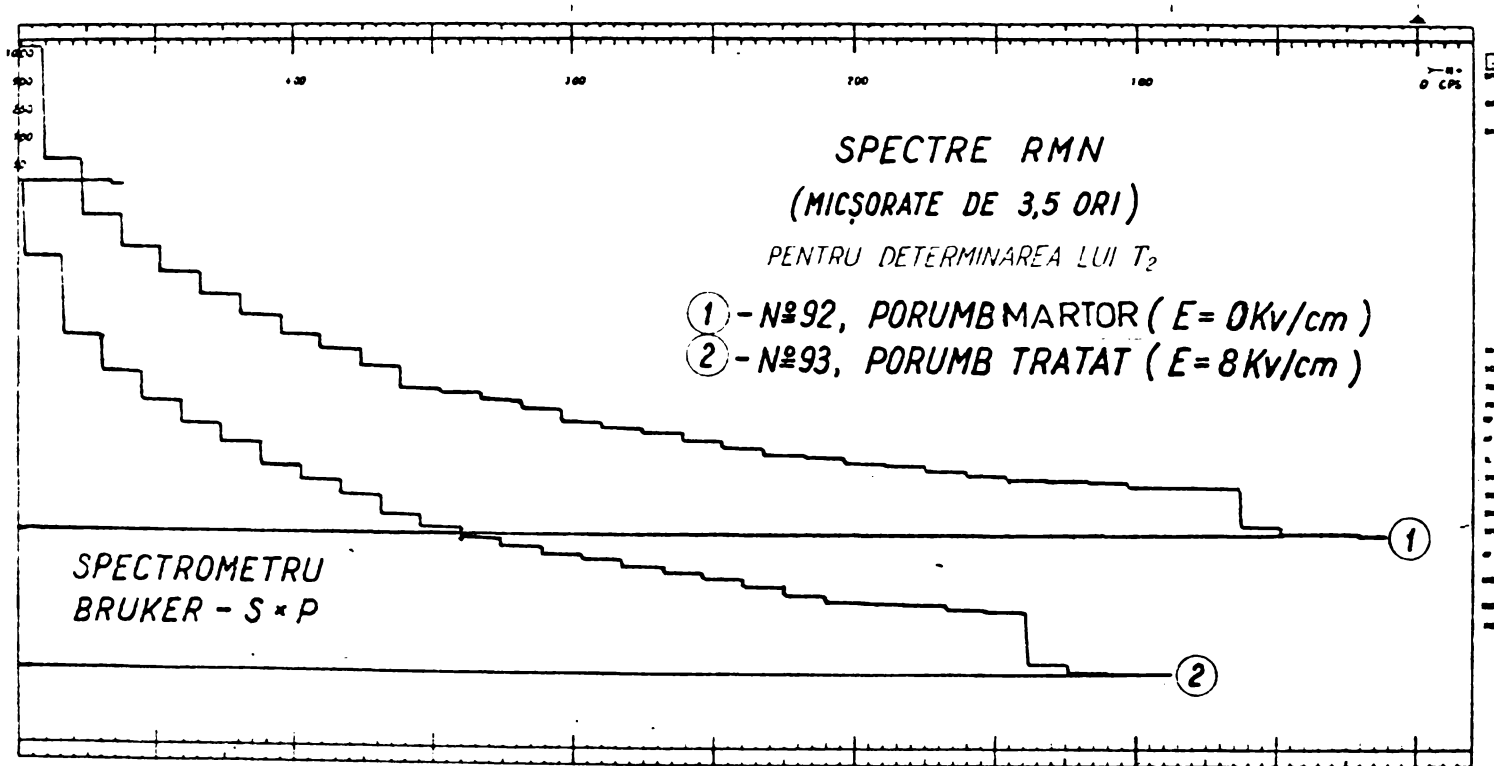


Fig.6.11. Spectre RMN pentru determinarea lui  $T_2$  pentru două probe de porumb HS 105.

Mărimile caracteristice ale spectrelor pentru fiecare probă (amplitudinea și pasul impulsurilor), au fost trecute în tabele

sub formă de coloane și au fost utilizate pentru calculul timpilor de relaxare nucleară  $T_1$  și  $T_2$ .

Determinarea lui  $T_1$  și  $T_2$  s-a făcut la început din reprezentarea exponențialei sumă a magnetizării, pe hîrtie logaritmică. Se poate ușor observa, spre exemplu în cazul determinării lui  $T_1$ , din figura 6.12, existența celor două exponențiale, caracterizate de pantele lor, deci, existența celor doi timpi de relaxare, și anume a apei din semințe și a celorlalte faze fluide, în general uleioase a semințelor.

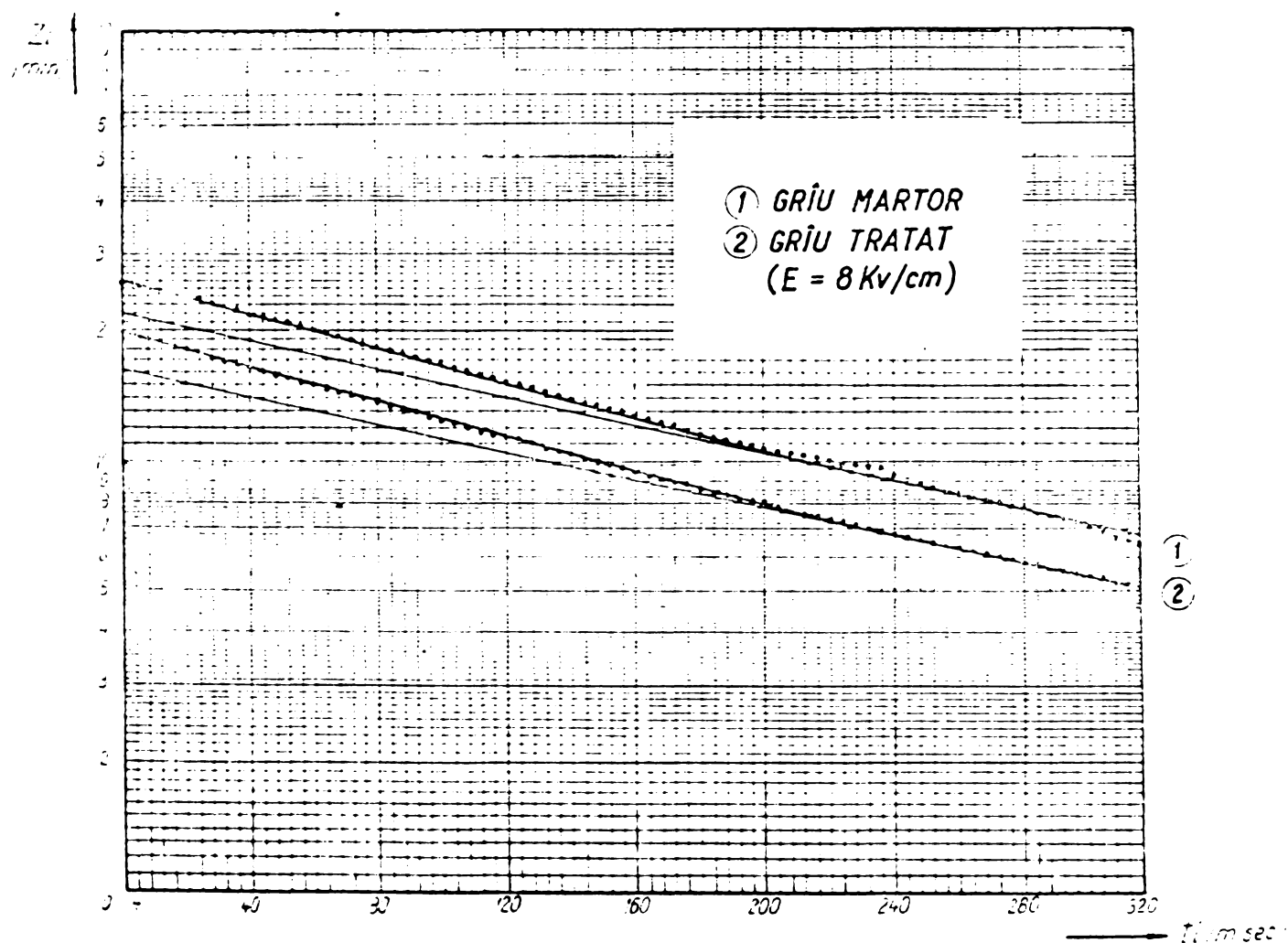


Fig.6.12. Reprezentarea spectrelor probelor de grîu martor (1) și tratat (2).

După cum se observă, determinarea timpilor de relaxare  $T_1$  și  $T_2$ , din cele două pante ale exponențialelor, este o metodă ce presupune un număr mare de operații și în același timp nu exclude posibilitatea introducerii de erori.

Iată de ce s-a apelat la o prelucrare statistică a caracteristicilor spectrelor de rezonanță magnetică nucleară. Dacă cele două

tipuri de reprezentări din figurile 6.10, 6.11 și 6.12 ne dau o imagine asupra transformărilor sesizate cu metoda RMN, determinarea parametrilor pe baza prelucrării datelor spectrometrice oferă însă posibilitate rapidă și exactă de calcul al parametrilor căutați.

6.6. Prelucrarea și interpretarea datelor spectrometrice. Prelucrarea datelor spectrometrice constă în transformarea spectrelor în informații numerice discrete, memorarea acestora și prelucrarea lor.

Administrându-se probei de semințe pînă la 200 de impulsuri, la intervale de timp egale (5 și 10 m sec.), s-a realizat spectrul în trepte cu pînă la 200 de trepte ale amplitudinii; această metodă asigură eliminarea erorilor aleatoare de măsură, sau a așa-zisului "zgomot de experiment".

După cum s-a arătat în subcapitolul 6.2, 6.3, spectrul pentru determinarea lui  $T_1$  și  $T_2$  al semințelor este compus din două exponențiale care au următoarea formă:

$$M(t) = M_{(oa)} \left(1 - 2 \exp^{-\frac{t}{T_{1a}}}\right) + M_{(ob)} \left(1 - 2 \exp^{-\frac{t}{T_{1b}}}\right)$$

$$M(t) = M_{(oa)} \exp^{-\frac{t}{T_{2a}}} + M_{(ob)} \exp^{-\frac{t}{T_{2b}}}$$

Expresiile de mai sus pot fi scrise în următoarea formă (6.10):

$$Z = A \exp^{-\frac{t}{\sigma_1}} + B \exp^{-\frac{t}{\sigma_2}} \quad (6.10)$$

unde:  $Z$  - valoarea amplitudinii funcției sumă;

$A, B$  - sînt coeficienții (amplitudinile celor două exponențiale;

$\sigma_1, \sigma_2$  - coeficienți ce reprezintă timpii de relaxare (de ordinul m sec.) ai celor două faze lichide ale semințelor (apă și faza uleioasă).

Din spectrul realizat cu spectrometrul pulsant, s-au măsurat  $Z_i, t_i$ , unde  $i = 0, 1, 2, 3, \dots, n$  iar  $t_i = i \cdot h = \text{const}$ ;  $h$  - pasul

impulsurilor,  $Z_i$  - valoarea amplitudinii funcției sumă pentru fiecare  $t_i$ .

Pentru determinarea coeficienților  $A$ ,  $B$  și  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  vom folosi metoda celor mai mici pătrate [148], care ne dă posibilitatea să obținem estimări nedepășite ale parametrilor căutați.

În mod asemănător și în cazul exponențialei sumă, ca și în cazul dreptei, este necesar să exprimăm distanța de la puncte la curbă în baza metodei celor mai mici pătrate.

Intrucât pentru exponențiala sumă (6.10), se întâmplă mai multe greutăți în găsirea pe baza metodei celor mai mici pătrate a distanței de la punct la curbă, introducem următoarele notații:

$$x_i = \exp^{-\frac{t_i}{1}} \quad (6.11)$$

$$y_i = \exp^{-\frac{t_i}{2}}$$

Tabloul care prezintă datele poate fi transformat într-un tabel cu trei coloane, adică  $(x_i, y_i, z_i)$ , în ipoteza că  $\sigma_1$  și  $\sigma_2$  sînt fixați.

În acest caz, problema se reduce la a determina pentru acest tabel cu metoda celor mai mici pătrate coeficienții  $A$  și  $B$  din funcția:

$$z = Ax + By \quad (6.12)$$

Funcția (6.12) este liniară și metoda celor mai mici pătrate se aplică ca și în cazul unei drepte.

Distanța de la punctul din spațiu, de coordonate  $(x_i, y_i, z_i)$ , la planul dat de ecuația  $z = Ax + By$ , se exprimă prin formula:

$$d_i = \frac{Ax_i + By_i - z_i}{\sqrt{A^2 + B^2 + 1}} \quad (6.13)$$

Coeficienții  $A$  și  $B$  se determină din condiția de sumă a patratelor distanțelor, care trebuie să fie minimă

$$\sum d_i^2 = \min$$

sau

$$\begin{aligned} \sum d_i^2 = F = \frac{1}{A^2 + B^2 + 1} (A^2 \sum x_i^2 + B^2 \sum y_i^2 + \sum z_i^2 + \\ + 2 AB \sum x_i y_i - 2 A \sum x_i z_i - 2 B \sum y_i z_i) \end{aligned} \quad (6.14)$$

Minimul acestei sume se atinge atunci cînd derivatele parțiale în raport cu A și B sînt egale cu zero, astfel

$$\frac{\partial F}{\partial A} = 0; \quad \frac{\partial F}{\partial B} = 0 \quad (6.15)$$

Este suficient să luăm numai derivata de la numărător, iar prin derivare în raport cu A și B, se obține:

$$2 A \sum x_i^2 + 2 B \sum x_i y_i - 2 \sum x_i z_i = 0 \quad (6.16)$$

$$2 A \sum x_i y_i + 2 B \sum y_i^2 - 2 \sum y_i z_i = 0$$

Prin rezolvarea acestui sistem de două ecuații în A și B, vom obține:

$$A = \frac{\sum y_i^2 \sum x_i y_i - \sum x_i y_i \sum y_i z_i}{\sum x_i^2 \sum y_i^2 - (\sum x_i y_i)^2} \quad (6.17)$$

$$B = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i z_i - \sum x_i y_i \sum x_i z_i}{\sum x_i^2 \sum y_i^2 - (\sum x_i y_i)^2} \quad (6.18)$$

În acest caz A și B sînt exprimați numai în raport cu datele din tabel  $(x_i, y_i, z_i)$ , dar luînd în considerare notațiile (6.17), (6.18), observăm că A și B sînt funcții de  $\sigma_1$  și  $\sigma_2$ , astfel că putem introduce următoarele notații:

$$S_0 = \sum_{i=0}^n z_i^2 \quad (6.19)$$

$$S_1 = \sum_{i=0}^n x_i^2 = \sum_{i=0}^n \left( e^{-\frac{2h}{\sigma_1}} \right)^i = \frac{1 - \left( e^{-\frac{2h}{\sigma_1}} \right)^{n+1}}{1 - e^{-\frac{2h}{\sigma_1}}} \quad (6.20)$$

$$S_2 = \sum_{i=0}^n y_i^2 = \sum_{i=0}^n \left( e^{-\frac{2h}{\sigma_2}} \right)^i = \frac{1 - \left( e^{-\frac{2h}{\sigma_2}} \right)^{n+1}}{1 - e^{-\frac{2h}{\sigma_2}}} \quad (6.21)$$

$$S_3 = \sum_{i=0}^n x_i y_i = \sum_{i=0}^n \left( e^{-\frac{h}{\sigma_1} - \frac{h}{\sigma_2}} \right)^i = \frac{1 - \left( e^{-\frac{h}{\sigma_1} - \frac{h}{\sigma_2}} \right)^{n+1}}{1 - e^{-\frac{h}{\sigma_1} - \frac{h}{\sigma_2}}} \quad (6.22)$$

$$S_4 = \sum_{i=0}^n x_i z_i = \sum_{i=0}^n \left( e^{-\frac{h}{\sigma_1}} \right)^i z_i \quad (6.23)$$

$$S_5 = \sum_{i=0}^n y_i z_i = \sum_{i=0}^n \left( e^{-\frac{h}{\sigma_2}} \right)^i z_i \quad (6.24)$$

In acest caz formula lui A și B se scrie:

$$A = \frac{S_2 S_4 - S_3 S_5}{S_1 S_2 - S_3^2} \quad (6.25)$$

$$B = \frac{S_1 S_5 - S_3 S_4}{S_1 S_2 - S_3^2} \quad (6.26)$$

Suma pătratelor distanțelor (F), în acest caz, se poate scrie:

$$F = \frac{A^2 S_1 + B^2 S_2 + S_0 + 2 A B S_3 - 2 A S_4 - 2 B S_5}{A^2 + B^2 + 1} \quad (6.27)$$

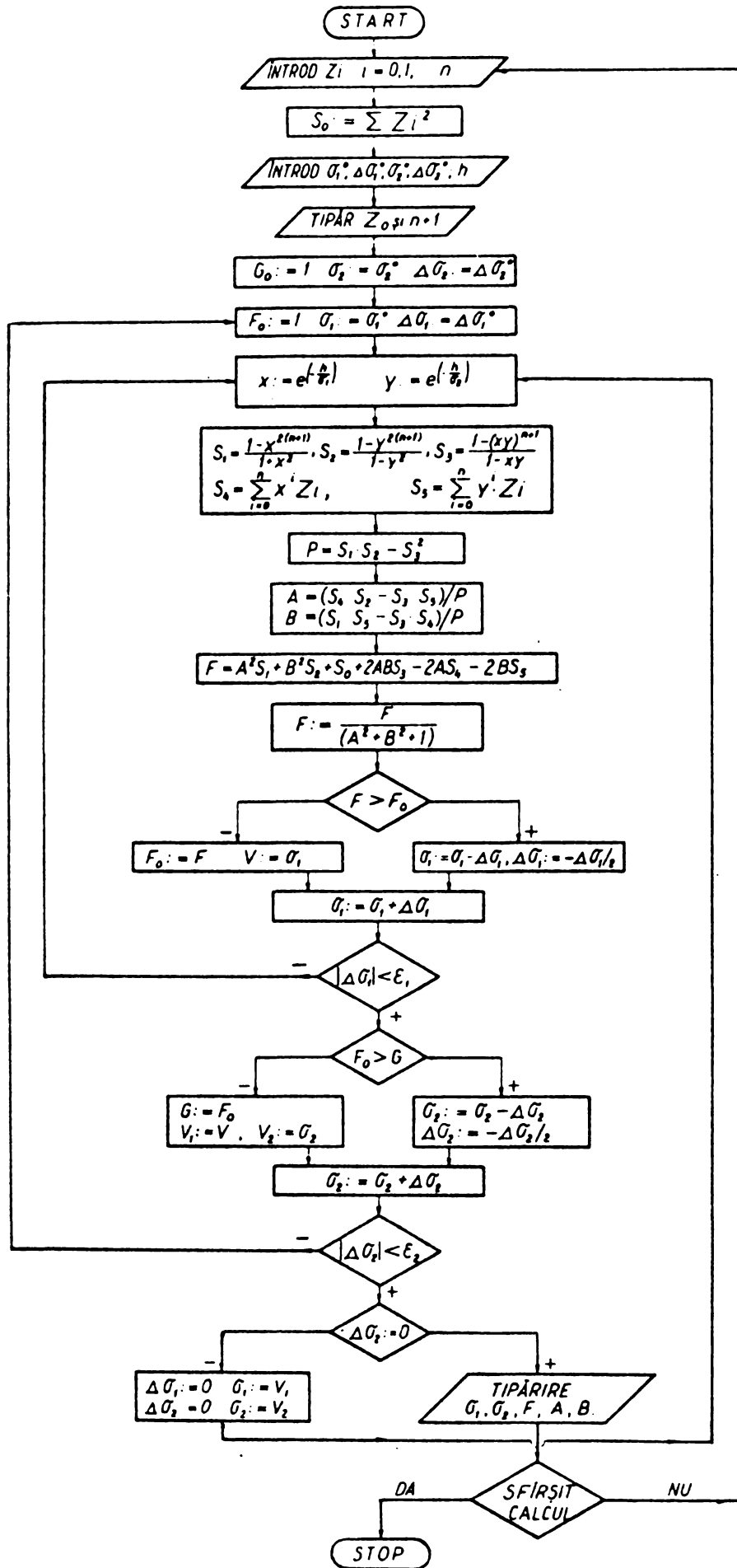


Fig.6.13. Schema logică a programului pentru determinarea timpilor de relaxare.



Rezultă că pentru fiecare valoare a lui  $\sigma_1$  și  $\sigma_2$  se pot calcula coeficienții A, B și suma pătratelor distanțelor F.

În cazul nostru însă, urmărim determinarea lui  $\sigma_1$  și  $\sigma_2$ , pentru care F are valoarea minimă. Căutarea acestor valori ale lui  $\sigma_1$  și  $\sigma_2$  s-a realizat în baza unui program de tip înjumătățire (fig. 6.13), în care se presupune valoarea lui  $\sigma_2$  și se determină cu metoda înjumătățirii valoarea lui  $\sigma_1$ , pentru care suma F este minimă.

Programul se repetă pînă se găsește minimul și în raport cu  $\sigma_2$ .

În schema logică s-au mai folosit următoarele notații:

h - pasul sau intervalul la care se fac măsurătorile;

G - simbol utilizat pentru metoda înjumătățirii (parametrul de lucru);

$\varepsilon_1, \varepsilon_2 \approx 10^{-3}$  - precizia cu care se determină valoarea lui  $\sigma_1$  și  $\sigma_2$ ;

$V_1, V_2$  - parametrii care la ieșirea din schemă conțin valorile determinate pentru care expresia este minimă.

Urmînd schema logică, s-a realizat un program pentru calculatorul HEWLETT - PACKARD 9100 A, compus din trei programe memorate în memoria externă (EM) a calculatorului în 47 de regiștri.

Datele rezultate din măsurarea spectrelor probelor martor și tratate, analizate, au fost aranjate în tabelele (înregistrate în fondul de date al laboratorului RMN al I.I.S.). În baza lor, cu ajutorul programului de calcul rulat pe calculatorul HEWLETT-PACKARD 9100 A, s-au obținut, pentru fiecare probă, timpii de relaxare nucleară  $T_1$  și  $T_2$ , prezentați în tabelul 6.1.

Tabelul 6.1

Nr. crt.	Proba analizată	E kV/cm	Nr. spec.	A	B	T <sub>1a</sub> msec	T <sub>1b</sub> msec
1.	Grfu „durum” martor	0	65	28.904	207.794	80	227
2.	Grfu „durum” tratată	4	66	33.641	208.942	86	231
3.		6	67	36.719	204.365	93	240
4.		8	68	35.748	188.631	75	245
5.	Grfu T. 195 martor	0	69	28.179	225.994	153	240
6.	Grfu T. 195 tratată	4	70	21.744	222.564	146	241
7.		6	71	27.159	195.092	130	240
8.		8	72	29.735	183.152	100	236
9.	Porumb „HS-105” martor	0	73	14.432	214.312	88	232
10.	Porumb „HS-105” tratată	4	74	11.918	180.631	72	236
11.		6	75	13.905	208.355	60	238
12.		8	76	24.562	194.191	102	230
						T <sub>2a</sub>	T <sub>2b</sub>
13.	Porumb „HS-105” martor	0	90	57.280	101.951	40	85
14.	Porumb „HS-105” tratată	4	91	68.077	98.750	50	89
15.		6	92	48.302	121.546	80	90
16.		8	93	63.006	111.095	150	102
17.	Soya Clay etalon	0	30	-	-	-	111
18.	(1) Soya Clay netratată	0	31	-	-	-	115
19.	(1) Soya Clay tratată	4	35	-	-	-	122
20.	(2) Soya Clay tratată	6	36	-	-	-	131

In tabelul sinteză 6.1, s-au folosit notațiile consacrate în literatură, și anume:

T<sub>1a</sub>, T<sub>2a</sub> - timpi de relaxare nucleară ce corespund fazei "a" a fluidului din semințe, și anume apei;

T<sub>1b</sub>, T<sub>2b</sub> - timpi de relaxare nucleară ce corespund fazei "b" a conținutului "fluid uleios" al seminței.

Se observă că avem de-a face cu două exponențiale suprapuse, care determină două componente distincte în fazele fluide, cu alte cuvinte, avem de-a face cu nucleii de hidrogen în două stări diferite.

Prin măsurătorile RMN am urmărit să punem în evidență influența câmpului electromagnetic asupra semințelor, și anume asupra cărei faze din cele două fluide are loc influența tratării electromagnetice; cunoscute fiind în literatură concluziile lui P.N.TIWARI și alții [166], prospectul aparatului [176], referitoare la faptul că componenta lungă a timpului de relaxare nucleară ar corespunde unei faze fluide de natură uleioasă, iar componenta scurtă a timpului de relaxare nucleară ar corespunde apei din semințe.

Se evidențiază, mai ales în cazul semințelor de grâu T. 195 și porumb "HS-105", la o analiză a schimbărilor asupra timpului  $T_{1a}$  și  $T_{1b}$ , a tendinței de scădere a timpului. Aceste rezultate sugerează faptul că, datorită acțiunii câmpului electromagnetic, au fost afectate ambele faze fluide ale semințelor, pe lângă alte influențe biochimice introduse, dar care prin aceste măsurători nu au fost puse în evidență. Se observă, de asemenea, că efectul este mai important și mai sistematic asupra fazei de apă.

Aceste concluzii, bazate pe măsurarea unor parametri sau proprietăți fizice, a unor componente fluide ale semințelor, ne dau posibilitatea să presupunem că, probabil, aceste modificări antrenează și alte schimbări biochimice și de altă natură în semințe sau invers.

O altă explicație posibilă pentru motivarea scurtării timpului de relaxare nucleară  $T_1$  al apei, ar fi fenomenul de ionizare, ce se produce în timpul tratării semințelor, datorită căruia, după cum se cunoaște din literatură [33], avem de-a face cu producerea unor radicali sau electroni liberi a căror acțiune duce la scurtarea timpului de relaxare nucleară.

Fenomenul de scurtare a timpului de relaxare nucleară este cunoscut, de asemenea, în cercetările de RMN, că se datorește prezenței impurităților de natură paramagnetică. În cazul nostru, acești centri paramagnetici care se pun în evidență, ar putea fi creați prin

fenomenul de ionizare, fenomen ce se dezvoltă în câmpul electromagnetic, pe măsură ce crește intensitatea  $E$  a câmpului electric (kV/cm) și timpul de acțiune ( $t$ ).

Experiențele noastre au arătat că există un puternic proces de schimbare a proprietăților fizico-chimice ale mediilor supuse influenței câmpului electromagnetic, puse în evidență prin măsurători de conductanțe,  $\text{tg } \delta$ , rezistențe, cantitate de aciditate (pH), cantitatea de ozon ce ia naștere în apa tratată și în mediul de influență a câmpului electromagnetic. Presupunând că asemenea efecte vor avea loc și asupra apei din conținutul semințelor, putem corela aceste efecte (care sînt cunoscute) cu reducerea timpului de relaxare nucleară  $T_1$ , pusă în evidență prin măsurătorile noastre aproape în toate cazurile analizate.

Fenomene de schimbare, în funcție de parametrii câmpului, se observă și în cazul analizei timpului de relaxare nucleară  $T_2$ , al probelor de porumb și soia analizate și prezentat tot în tabelul 6.1.

Intrucît efectul de influență este măsurabil atît asupra lui  $T_1$  cît și asupra lui  $T_2$ , se poate spune că prin tratare sînt afectați unii parametri fizici, de natură anorganică care în mod inevitabil au implicații complexe asupra proceselor biochimice ce se petrec în semințe. Se poate aprecia că apare evident mecanismul acțiunii și influenței câmpului electromagnetic asupra semințelor plantelor, la o interpretare numai fizică, nu și biologică, ce presupune investigații biochimice, tehnici și metodologii adecvate, care însă depășesc scopul cercetării noastre, formînd o problemă specială, aparte.

Datorită faptului că cel mai mult afectați, ca urmare a tratării semințelor în câmpul electromagnetic au fost parametrii fazei fluide apă, prin alte măsurători vom analiza influența câmpului electromagnetic asupra probelor de semințe cu diferite umidități.

## C a p i t o l u l 7

### SIMULAREA PROCESULUI TRATĂRII SEMINTELOR ÎN CÎMPUL ELECTROMAGNETIC; EVIDENȚIEREA PE ACEASTA CALE A OPTIMULUI DE TRATARE ȘI A PRINCIPALILOR PARAMETRI AI CÎMPULUI

#### 7.1. Dielectricul masa de semințe în câmpul electromagnetic.

În vederea studierii dielectricului masă de semințe în câmpul electromagnetic, prezentăm o sinteză asupra dielectricilor în câmpul electric.

Polarizarea dielectrică, [2] din punct de vedere microscopic, reprezintă separări de perechi de sarcini electrice egale, care însă nu se separă din punct de vedere macroscopic. Atomul de hidrogen, spre exemplu supus acțiunii unui câmp din exterior, își va alungi traiectoria electronului și se poate asimila cu un dipol electric, caracterizat de momentul său dipolar  $\bar{p}$ .

$$\bar{p} = q\bar{\ell} \quad (7.1)$$

unde:

$q$  - sarcina deplasată;

$\ell$  - distanța la care s-a deplasat centrul de greutate al poziției electronului față de centrul de greutate al protonului. În cazul amplasării moleculelor într-un câmp electric arată MAX BORN [91] fenomenul devine mai complex. Într-o primă aproximație, mărimea momentului indus crește liniar cu creșterea intensității câmpului, această dependență poate fi descrisă de relația (7.2) după

$$\bar{P} = \alpha \bar{E} \quad (7.2)$$

unde  $\alpha$  se numește deformabilitatea sau polarizabilitatea moleculei. Definiția polarizării corpurilor se face pe de o parte cu ajutorul vectorului polarizație, considerată ca fiind echivalentă cu momentul dipolar pe unitatea de volum a dielectricului, care reprezintă suma momentelor dipolare elementare  $\bar{p}$ , după [48], date de relația (7.3).

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^n \bar{p}_i = N \bar{p} \quad (7.3)$$

Pe de altă parte [152] vectorul intensitate de polarizare electrică ( $\bar{P}$ ) este dat de expresia (7.4);

$$(\epsilon_r - 1) \epsilon_0 \bar{E} = \bar{P} \quad (7.4)$$

sau

$$\bar{D} = \epsilon_0 \bar{E} + \bar{P} \quad (7.5)$$

Dacă considerăm un sistem de corpuri amplasate în câmpul electromagnetic, avînd în vedere și interacțiunile dintre ele, atunci, asupra fiecărei particule va acționa câmpul  $E_i(t)$  care se compune din intensitatea câmpului  $E_0(t)$  și suma câmpurilor tuturor celor  $j$  dipoli  $p_j(t)$  care au luat naștere sub influența câmpurilor  $E_j(t)$ , iar ca rezultat, fiecare volum elementar  $dV$  va avea momentul dipolar dat de relația (7.6):

$$\bar{P}(t) = \sum_{dV} \bar{p}_i(t) \quad (7.6)$$

În cazul, însă al unui câmp electromagnetic sinusoidal, în care se amplasează dielectricul omogen, vectorul inducției  $D(t)$  se exprimă prin relația (7.7):

$$D(t) = \epsilon_0 E(t) + P(t) \quad (7.7)$$

În fiecare punct al mediului inducția  $D(t)$  este determinată de proprietățile dielectricului și de valoarea medie a câmpului  $E(t)$ ; are o variație sinusoidală în timp și defazată în urma lui  $E(t)$  cu un unghi  $\delta$ .

S.I.KOIKOV [65], folosind metoda simbolică, arată că legătura între  $D(t)$  și  $E(t)$  are forma din (7.8):

$$D(t) = D_m \exp [j(\omega t - \delta)] = \epsilon_0 \epsilon(\omega) E_m \exp j\omega t \quad (7.8)$$

unde s-a notat:

$\underline{\epsilon} = \epsilon'(\omega) - j \epsilon''(\omega)$ , permeabilitatea sau constanta dielectrică complexă, care determină proprietățile dielectricului.

Din relația (7.8) rezultă:

$$D(t) = D_{rm} \exp j\omega t + D_{am} \exp \left[ j(\omega)t - \frac{\pi}{2} \right] \quad (7.9)$$

unde:

$D_{rm} = \epsilon_0 \epsilon' E_m$  este amplitudinea componentei reactive, care este în fază cu intensitatea câmpului  $E(t)$ ;

$D_{am} = \epsilon_0 \epsilon'' E_m$  - amplitudinea componentei active care rămâne în urmă cu unghiul  $\pi/2$  față de intensitatea câmpului  $E(t)$ .

Se observă, de asemenea, faptul că din relațiile (7.8), (7.9) rezultă:

$$\frac{\epsilon''}{\epsilon'} = \operatorname{tg} \delta \quad (7.10)$$

unde:

$\epsilon'(\omega)$  poartă numele de permitivitate dielectrică;

$\epsilon''(\omega)$  - permitivitate de atenuare, de care depind pierderile în dielectric, sau factor de pierderi, iar produsul

$\epsilon \operatorname{tg} \delta = \epsilon''$  se numește coeficient de pierderi;

$\delta$  = unghiul pierderilor dielectrice.

Puterea specifică prin pierderi dielectrice se obține prin: integrarea polarizării în unitatea de volum și unitatea de timp:

$$\begin{aligned} p_a &= \int_0^1 E \frac{dD}{dt} dt = f \int_0^{1/f} E_m \cos \omega t (D_{am} \cos \omega t - D_{rm} \sin \omega t) dt = \\ &= \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon'' \omega E_m^2 = \epsilon_0 \epsilon' \operatorname{tg} \delta \omega E_{ef}^2 \end{aligned} \quad (7.11)$$

După cum se observă, dependența de frecvență a permitivității dielectrice  $\epsilon'(\omega)$  și pierderile  $p_a = \epsilon_0 \epsilon''(\omega) \omega E_{ef}^2$ , explică în primul rând rămânerea în urmă a polarizării  $P(t)$ , a vectorului inducției electrice  $D(t)$  față de intensitatea câmpului electric  $E(t)$ . In dielectricii reali, care au o conductibilitate ( $\gamma \neq 0$ ), o contri-

buție la pierderile dielectrice o aduc curenții densității de conducție,  $\gamma E_{ef}$ , în acest caz  $p_a$ ,  $\operatorname{tg} \delta$  și  $\epsilon''$  sînt date de relația (7.12)

$$p_a = \gamma E_{ef}^2 \quad (7.12)$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\gamma}{\omega \epsilon_0 \epsilon'} ; \quad \epsilon'' = \frac{\gamma}{\omega \epsilon_0}$$

Ar putea fi și un alt mod de studiu al tratării semințelor și anume prin analiza forțelor pe care cîmpul electromagnetic le exercită asupra mediilor corporale forțe, care așa cum arată I. TAMM [162] pot fi exprimate prin densitatea de volum a forțelor echivalente

$$\bar{f}_{ve} = \bar{f}_{ve1} + \bar{f}_{ve2} = -\frac{1}{2} E^2 \operatorname{grad} \epsilon + \frac{1}{2} \operatorname{grad} \left( E^2 \frac{\partial \epsilon}{\partial \tau} \right) \quad (7.13)$$

unde:  $\tau$  - densitatea de masă.

D. DABA [30] studiind localizarea forțelor de volum, utilizează legea polarizației temporare pentru exprimarea termenului electrostrictiv din relația (7.13), astfel:

$$\bar{f}_{ve2} = \frac{1}{2} \nabla \cdot \left\{ \epsilon - \epsilon_0 \right\} \bar{E} \cdot \bar{E} = \frac{1}{2} \nabla \cdot (\bar{P} \cdot \bar{E}) \quad (7.14)$$

în acest caz  $\bar{f}_{ve}$  din (7.13) devine:

$$\bar{f}_{ve} = \frac{1}{2} (\epsilon - \epsilon_0) \nabla E^2 \quad (7.15)$$

Expresia (7.15) reprezintă forța rezultantă ce se exercită asupra dipolilor echivalenți ai moleculelor polarizate din unitatea de volum a mediului supus influenței cîmpului electromagnetic.

În dielectricul neomogen, masă de semințe, forța rezultantă are o repartizare neuniformă la fel ca și intensitatea cîmpului electric, fenomenul fiind însă influențat puternic de descărcările parțiale; motiv pentru care am ales ca variantă de studiu a tratării semințelor, metoda descărcărilor electrice parțiale.

Intr-un studiu cantitativ, arată R. RADULET [142], dielectricul solid sau lichid din condensatorul real, este sediul pierderilor prin



conducție și a pierderilor prin histerezis dielectric. După cum s-a văzut mai sus primele sînt datorate curentului de conducție în fază cu tensiunea, deoarece dielectricul real, are o anumită conductanță  $G_0$ , prin care se întretine acest curent ce provoacă pierderi prin efectul Joule-Lenz.

Notînd cu  $i_0$  curentul de conducție prin condensator, ecuația curentului este:

$$i = I_0 + \frac{dq}{dt} = G_0 U + \frac{dq}{dt} \quad (7.16)$$

iar puterea va fi;

$$p = UI = G_0 U^2 + U \frac{dq}{dt} \quad (7.17)$$

Puterea activă consumată de condensator arată N.PATACHI [128], este media pe o perioadă a puterii instantanee:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p dt = G_0 U^2 + f \oint_{\Gamma_{qu}} u dq \quad (7.18)$$

în care integrala ultimă reprezintă aria ciclului de încărcare  $q = f(U)$ , integrală ce se efectuează de-a lungul conturului  $\Gamma_{qu}$ .

În concluzie, se poate spune că relația (7.18) separă pierderile în condensatorul real în două componente:

- pierderi prin conducție (efect Joule-Lenz)

$$p_j = G_0 U^2 \quad (7.19)$$

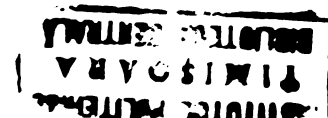
- pierderi prin histerezis electric

$$P_h = f \oint_{\Gamma_{qu}} u dq = f A_{qu} \quad (7.20)$$

Condensator plan de aria  $A$ , cu distanța între armături  $d$  și neglijînd efectele de capăt, are următoarele relații:

$$q = DA; \quad U = Ed \quad (7.21)$$

care introduse în relația pierderilor histerezis, ne dau dependența (7.22):



$$p_n = fv \oint_{\Gamma_{DE}} \bar{E} d\bar{D} \quad (7.22)$$

în care:  $v$  - volumul dielectricului;

$f$  - frecvența curentului de încărcare a condensatorului.

Avînd în vedere faptul că procesul tratării semințelor în cîmpul electromagnetic se realizează la intensități ridicate ale cîmpului electric (1-15 kV/cm), la o frecvență industrială, pe lîngă pierderile arătate mai sus, ne vor apare și alte pierderi, datorate proceselor de ionizare a mediului, a descărcărilor electrice în dielectric, care nu pot fi puse în evidență prin metodele arătate mai sus.

În cazul în care între plăcile condensatorului este așezat un obiect biologic, spre exemplu semințe, fenomenele ce au loc în cîmpul alimentat în curent alternativ sînt mai complexe, datorită proprietăților acestui mediu (semințe și aer). Considerînd [94, 95] că

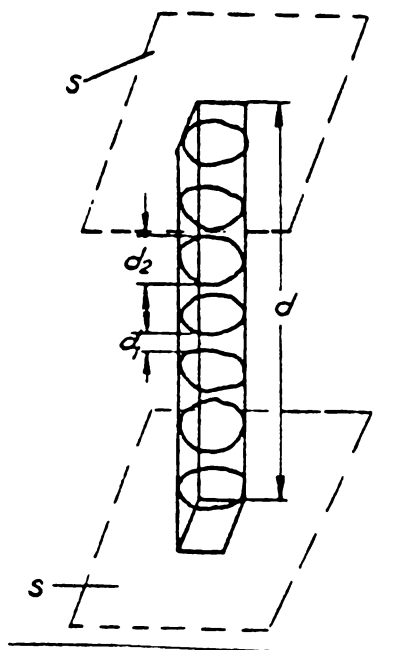


Fig.7.1

avem o situație corespunzătoare stării reale, stratul de semințe îl aproximează cu un cilindru dielectric organic, alcătuit dintr-un număr finit "n", de segmente plasate între cei doi electrozi ai celulei de tratare, după cum se vede din figura 7.1. Notînd cu  $U$  tensiunea aplicată electrozilor, putem să scriem pentru cele "n" straturi că:

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \quad (7.23)$$

$$\text{cu specificația că: } U_1 = E_1 \cdot d_1$$

$$U_2 = E_2 \cdot d_2$$

$$\vdots$$

$$U_n = E_n \cdot d_n$$

reprezintă valoarea tensiunii iar  $E_1, \dots, E_n$  este intensitatea cîmpului electric pentru fiecare strat.

$$d_1 = d_3 = \dots = d_{n-1}$$

$d_2 = d_4 = \dots = d_n$ , reprezintă dimensiunile geometrice conform figurii. Atunci putem scrie că:

$$U = \frac{n}{2} (E_1 \cdot d_1 + E_2 \cdot d_2) \quad (7.24)$$

În cazul nostru, al unui dielectric polistrat, de condiții definite anterior, raportul intensităților câmpului electric, putem considera că este de forma:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} \quad (7.25)$$

În situația însă a unui mediu dielectric umed (semințe), conductibilitatea poate fi remarcabilă, astfel câmpul va fi invers proporțional cu modulul conductibilității totale, iar expresia (7.25) după transformări devine:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\epsilon_2 \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta_2}}{\epsilon_1 \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta_1}} \quad (7.26)$$

Fiind cunoscut că  $\epsilon_1 = 1$ , din relațiile (7.24) și (7.26) putem defini intensitatea câmpului pentru zona ce le înconjoară, semințele  $E_1$  și în semințe  $E_2$ :

$$E_1 = \frac{2 \cdot U \cdot \epsilon_2 \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta_2}}{n \cdot (d_1 \cdot \epsilon_2 \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta_2} + d_2)} \quad (7.27)$$

$$(7.28)$$

$$E_2 = \frac{2 \cdot U}{n \cdot (d_1 \cdot \epsilon_2 \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta_2} + d_2)}$$

Cunoscând constanta dielectrică a masei de semințe  $\epsilon$  repartitia volumică a boabelor și aerului în celulă, se poate calcula după relația [3.4] în limitele unei aproximații așa-zisa doză de energie necesară tratării semințelor.

Acest mod de determinare a energiei nu pune însă în evidență factorii ionizanți generați de câmpul electromagnetic; motiv pentru

care s-a propus o metodă originală de simularea procesului tratării semințelor, prin care se evidențiază atât energia absorbită de dielectricul masă de semințe, cât și cea cheltuită prin descărcări electrice parțiale.

STUART D.NELSON [120], recent, (1973), arată că în funcție de proprietățile electrice ale produselor agricole, acestea pot fi clasificate în două categorii; active și pasive.

Categoria de „active” include acele produse caracterizate de existența unor surse de energie în material, ce pot da naștere la tensiuni electromotoare, sau la diferențe de potențiale asemănătoare. De asemenea, categoria „pasive” include acele produse ce influențează distribuția câmpului electromagnetic și a curenților în regiunea ocupată de material. Ambele proprietăți active și pasive ale materialelor, depind nu numai de natura materialului, dar și de influența mediului înconjurător.

În cele ce urmează nu ne propunem să facem o analiză fizică, din punct de vedere structural, a semințelor să stabilim faptul dacă acestea sînt așa-zisi dielectrice polarizați permanent, cunoscuți sub numele de electreți, ipoteză acreditată tot mai mult în ultima vreme, însă nefundamentată, să analizăm efectele piezoelectrice, din semințe nedeterminate pînă în momentul de față, ci prin simularea procesului tratării semințelor printr-o metodă originală [105, 106], să urmărim modul cum evoluează principalii parametri fizici ai masei semințelor supuse tratării. În analiza proprietăților masei de semințe - supusă tratării în câmpul electromagnetic - este necesar să ținem seama că avem de-a face cu obiecte în care se desfășoară un latent proces biologic, proces ce poate fi accelerat sau inhibat funcție de mediul în care sînt amplasate semințele care poate fi generator de agenți ionizanți, oxidanți (acceleratori ai proceselor biologice).

De asemenea, masa semințelor supuse tratării, prezintă o caracteristică de mare importanță, și anume prezența incluziunilor gazoase, a golurilor de aer de forme și dimensiuni diferite, care joacă

un rol important în procesul tratării în câmpul electromagnetic. Acest fapt ne dă posibilitatea să analizăm procesul complex al tratării semințelor în câmpul electromagnetic, folosind metoda descărcărilor parțiale, metodă utilizată în studiul proprietăților materialelor izolante.

## 7.2. Descărcări parțiale

Fenomenele denumite „descărcări parțiale”, au făcut obiectul unor preocupări atât la noi în țară, cât și în străinătate. În R.F.G., U.R.S.S., Franța și altele, se cunosc preocupări pentru înlăturarea proprietăților polarizante ale dielectricilor în câmpuri electrice, reducerea incluziunilor gazoase din masa lor, deci a cauzelor care duc la apariția fenomenelor de ionizare. Determinarea tensiunii de ionizare face obiectul unor cercetări la Institutul politehnic „Traian Vuia” din Timișoara, [17]. Prezența fenomenelor de ionizare este detectată prin metode vizuale, auditive, de măsurare a  $\tan \delta$ , fotografice, prin alte metode bazate pe acțiunea chimică a descărcărilor electrice M. STOICA, [158], demonstrează proporționalitatea dintre presiunea totală a gazelor degajate, precum și dintre principalele componente gazoase pe de o parte, și parametrii câmpului pe de altă parte. Metodele electrice utilizate în punerea în evidență a fenomenelor electrice globale ce însoțesc producerea descărcărilor parțiale au primit o largă răspândire; ele se bazează pe operațiile de detecție și măsurare a pierderilor, cu ajutorul punților de tip SCHERING, metodă ce nu permite însă, măsurarea separată a pierderilor datorate descărcărilor.

Măsurarea fenomenelor tranzitorii cauzate de descărcări, utilizează aparatură electronică pentru determinarea variației de tensiune  $\Delta U$  la bornele unui condensator în care dielectricul este materialul de studiat. Alte metode folosesc măsurarea impulsului de

curent în circuitul în care este inclus dielectricul ce se analizează. Într-o astfel de instalație originală, formată dintr-o punte de tip Schering, aparatură pentru detectarea și măsurarea pierderilor energiei prin descărcările parțiale, am studiat un dielectric format din masa semințe cerealiere de diferite calități<sup>x</sup>. Între masa semințelor supuse tratării electromagnetice - dielectric organic cu incluziuni de aer, denumite vacuole - și un dielectric organic cu incluziuni gazoase, a unui condensator conectat într-un circuit de înaltă tensiune, este posibilă o analogie.

Descărcările parțiale care au loc la suprafața sau în interiorul izolației, în incluziunile cu gaze, înainte de străpungerea totală a spațiului dielectric dintre electrozi, arată SIROTINSCHI [161] pot fi asemănaute cu descărcările de tip Corona, avalanșe sau străpungeri parțiale. Deși descărcările propriu-zise au loc pe porțiuni mici, cu energii slabe, datorită frecvenței lor, efectele ce le însoțesc - care pot fi chimice, ionizante, mecanice - duc la degradarea progresivă a proprietăților electroizolante ale materialelor.

În cazul, însă, al tratării semințelor în câmpul electromagnetic, fenomenele ce au loc ca urmare a descărcărilor parțiale în masa de semințe și aer, generează gaze ionizant-oxidante, și alte fenomene fizico-chimice. Analizând ionizarea aerului din incluziunile izolației solide, TAREEV V., [163] arată, de asemenea, că procesele chimice ce reclamă o cantitate de energie care crește brusc de la un punct oarecare, cu intensitatea câmpului electric, duc la creșterea pierderilor în dielectric,  $\text{tg } \delta$ , se datoresc printre altele, proceselor de transformare a oxigenului ( $\text{O}_2$ ) conținut în aer, în forma sa modificată ozon ( $\text{O}_3$ ), formându-se totodată și oxizi de azot.

---

<sup>x</sup> Măsurătorile s-au executat în laboratoarele de cercetare "Incerarea izolației" și "Tehnica tensiunilor înalte" ale Institutului politehnic din Leningrad, în noiembrie-decembrie 1975.

Aceste elemente în prezența celor mai mici cantități de umezeală acționează ca oxidanți puternici asupra majorității materialelor organice.

Dacă în apa supusă tratării, cum am văzut în capitolele anterioare, s-a generat ozon, care a oxidat puternic substanțele organice (amidon-soluție), apreciem că și în cazul tratării masei de semințe în câmpul electromagnetic, se formează, în primul rând, ozon, alți oxidanți, care probabil sînt cauzele declanșării unor procese biologice mai intense în semințe.

Avînd în vedere efectul puternic ionizant al acțiunii câmpului electromagnetic în cazul tratării semințelor, s-a folosit pe parcursul lucrării, pe lîngă denumirea „descărcări parțiale” [177], și forma „descărcări parțiale ionizante”, pentru a pune și mai mult în evidență caracterul ionizant fenomenului.

### 7.3. Simularea procesului tratării semințelor și aparatura folosită

Dacă în lucrările publicate pînă acum, atît în S.U.A., U.R.S.S., R.F.G., Franța, cît și în alte țări, fenomenul complex de tratare a semințelor în câmpuri electromagnetice, a fost studiat numai sub aspectul polarizării dielectricilor, a dezvoltării de căldură în masa de semințe, în această lucrare - pentru prima dată - se studiază, prin metoda descărcărilor parțiale procesele complexe ce au loc în timpul tratării electromagnetice a semințelor. Pe de altă parte, stabilirea intensității câmpului, la care apare ionizarea, poate servi și ca metodă de determinare a optimului de tratare a semințelor cu anumite caracteristici date (umiditate, temperatură).

În determinarea descărcărilor parțiale, a solicitărilor electrice în masa semințelor, am pornit, în baza metodologiei prezentate în literatura de specialitate [77, 158], pe care am adoptat-o la dielectricul masă de semințe, de la presupunerea simplificatoare că într-o porțiune a dielectricului este prezentă o incluziune

grazoasă - vacuolă - care are forma unui cilindru. Câmpul electric, în acest caz, poate fi considerat omogen în vacuolă și în dielectric. Prin intermediul a doi electrozi metalici se va aplica tensiunea  $U$ ; iar pentru un tub de linii de câmp ce cuprinde vacuola, pot fi scrise următoarele relații:

$$\bar{E}_2 = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} \bar{E}_1 \quad (7.29)$$

$$U = U_1 + U_2 = E_1(d - d_0) + E_2 d_0 \quad (7.30)$$

Se observă că intensitatea câmpului în vacuolă este mai mare decât intensitatea câmpului în izolația solidă, cu raportul permisivităților celor două medii. În cazul nostru, când incluziunile conțin aer ( $\epsilon_2 \approx \epsilon_0$ ), raportul poate fi considerat între (2 ... 6).

În timpul descărcărilor electrice parțiale, fiecare străpungere va neutraliza o cantitate de sarcină electrică  $\Delta q$ , ceea ce va duce la schimbarea tensiunii la electrozii exteriori ai dielectricului, cu mărimea  $\Delta U_x$ . Mărimea  $\Delta U$  poate fi asimilată cu un semnal electric treaptă, ce poate fi măsurat.

Schema echivalentă simplificată a dielectricului cu vacuole, conține trei capacități (fig.7.2):

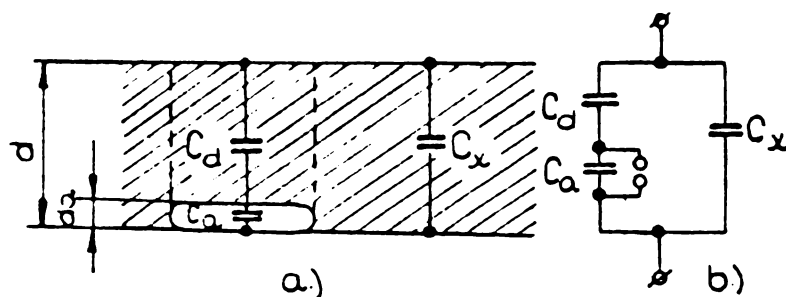


Fig.7.2. Reprezentarea echivalentă simplificată a unui dielectric cu vacuolă:  
 a) dielectric cu vacuolă;  
 b) schemă echivalentă.

unde:

- $C_d$  - capacitatea dielectricului compact nedeteriorat;
- $C_a$  - capacitatea vacuolei, legată în paralel cu un eclator (e);
- $C_x$  - capacitatea probei, dată de restul dielectricului care se află în afara vacuolei și a dielectricului legat în serie cu ea.



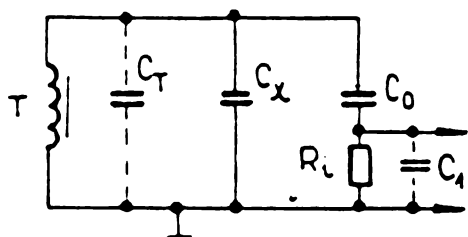
Valoarea lui  $\Delta U_x$ , după [138], este dată de relația:

$$\Delta U_x = \Delta q \frac{C_d}{(C_a + C_d)C_x} \quad (7.31)$$

În baza recomandărilor C.E.I., mărimea  $\Delta q$  poartă numele de „sarcină aparentă a descărcărilor parțiale” și se măsoară în coulombi.

Neutralizarea sarcinii prin descărcări parțiale și legat de aceasta schimbarea tensiunii la bornele probei, duce la apariția oscilațiilor de înaltă frecvență în circuit. Înregistrarea acestor oscilații cu ajutorul unui numărător electronic, cu afișarea numerică, ne dă posibilitatea studierii energiei descărcărilor parțiale, a fenomenelor ce apar în masa de semințe supuse tratării electromagnetice.

Schemă de conectare a aparaturii pentru înregistrarea descărcărilor parțiale (A.D.P.), este prezentată în fig.7.3.



unde:

- T - transformator;
- $C_T$  - capacitatea transformatorului;
- $C_X$  - capacitatea masei de semințe supuse experimentării;
- $R_i$  - rezistența de intrare a aparatului;
- $C_1$  - capacitatea parazită a aparatului;
- $C_0$  - capacitatea etalon.

Fig.7.3. Schema de înregistrare a descărcărilor parțiale ADP.

Impulsurile au o sarcină și frecvență neuniformă. Insumând toate mărimile  $\Delta q_{xi}$  pentru o perioadă dată, produse de descărcările parțiale și împărțind la acest interval T, vom primi o mărime care poartă denumirea de curent mediu de descărcare I și se măsoară în A.

$$I = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n \Delta q_{xi} \quad (7.32)$$

sau

$$I = n \Delta q_x \text{ med} \quad (7.33)$$

unde:

$\Delta q_x \text{ med}$  - amplitudinea medie a impulsurilor descărcărilor parțiale, care s-a determinat pe ecranul unui

osciloscop conectat în circuitul de ieșire al schemei pentru măsurarea D.P.;

$n$  - frecvența medie a impulsurilor în unitatea de timp, se determină cu ajutorul unui numărător electronic cu afișare numerică.

Energia și puterea ce se pierd în masa semințelor, sub influența descărcărilor parțiale se calculează cu ajutorul relațiilor:

$$W_{DP} = \sum_{i=1}^n \Delta q_{xi} U_i \quad (7.34)$$

$$P_{DP} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n \Delta q_{xi} U_i = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n \Delta q_{xi} U_{IN}^2 = 2U_{IN}I \quad (7.35)$$

unde:

$U_i$  - valoarea instantanee a tensiunii, care corespunde apariției impulsurilor de ordinul  $i$ ;

$U_{IN}$  - tensiunea nominală prin care apar descărcări parțiale.

Tensiunea nominală prin care apar descărcările parțiale se determină ca tensiunea cea mai joasă la care descărcările parțiale pot fi observate pe ecranul osciloscopului, la o ridicare continuă a tensiunii la bornele probei, de la o valoare inferioară la care nu au fost observate.

Condițiilor de amorsare a descărcării avalanșei în vacuolă, au fost studiate de către HELLER și CHLADEK [46], care arată că depind de grosimea vacuolei  $d_0$ , presiunea gazului din vacuolă  $p$ , grosimea dielectricului  $d$ . HALL și RUSEK [45], cu ajutorul relației (7.36)

$$U_{IN} = f(pd_0) \quad (7.36)$$

determină condițiile de amorsare a descărcărilor parțiale pentru o tensiune dată  $U$  ce se aplică la bornele condensatorului de încercare a dielectricului.

In cazul dielectricului format din semințe și aer, grosimea maximă a vacuolelor este limitată superior, avînd o valoare maximă egală cu grosimea stratului de semințe  $d$ , tensiunea aplicată  $U$ , pentru care apar primele descărcări, reprezintă în cazul de față, așa numita tensiune de prag  $U_p$  și s-a determinat prin măsurări, pentru unele soiuri de semințe, cu caracteristici (umidități) diferite.

Analiza pierderilor dielectrice, funcție de tensiune, pentru diferite materiale, determinate cu punți de tip Schering, pune în evidență două forme de variație a pierderilor (fig.7.4).

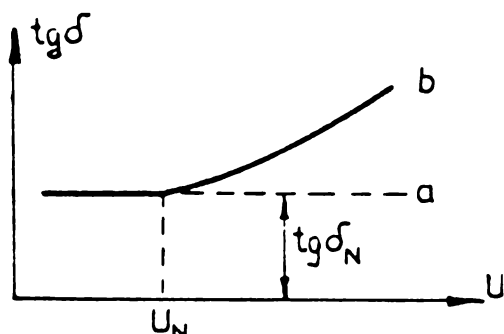


Fig.7.4. Variația pierderilor dielectrice, funcție de tensiune: a) dielectric fără vacuole; b) dielectric cu vacuole în masa sa.

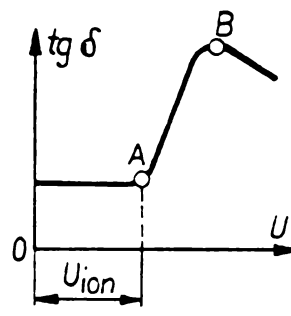


Fig.7.5. Curba ideală de ionizare: A - începutul ionizării; B - ionizarea maximă.

RENNE V.T. [145], analizînd dielectricii cu vacuole (fig.7.2) în cîmp omogen și neomogen, arată că intensitatea cîmpului pentru începutul descărcărilor parțiale poate fi calculată cu relația:

$$E_{iN} = \frac{U_{iN}}{\epsilon_d d_0} \left[ \epsilon_a + \frac{(\epsilon_d - \epsilon_0) d_0}{d} \right] \quad (7.37)$$

unde:

$\epsilon_a \approx \epsilon_0$  - constanta dielectrică a aerului;

$\epsilon_d$  - constanta dielectrică a dielectricului.

Se observă din relația (7.37) că intensitatea cîmpului electric - în domeniul cîmpului omogen - scade odată cu creșterea grosimii dielectricului. Dependența  $E_{iN}$  de  $d$ , în acest caz, este mai

puțin pronunțată decât în cazul unor câmpuri puternic neuniforme. Creșterea bruscă a  $\operatorname{tg} \delta$  a pierderilor dielectrice, odată cu creșterea tensiunii peste valoarea  $U_{iN}$  poate fi studiată după curba de ionizare [163], care, schematic, este prezentată în figura 7.5.

În simularea procesului tratării semințelor, s-a urmărit modul cum variază  $\operatorname{tg} \delta$ , alți parametri, funcție de tensiunea de alimentare la bornele condensatorului, de valoarea intensității câmpului electric, într-un timp determinat.

Pierderile într-un astfel de dielectric cu alveole, după [78], reprezintă suma pierderilor dielectrice  $P_d$  în dielectricul solid, fără incluziuni de aer și pierderile prin descărcări parțiale  $P_{DP}$ :

$$P = P_d + P_{DP} \quad (7.38)$$

Pierderile dielectrice  $P_d$  pot fi calculate după relația:

$$P_d = U^2 \omega C_N \operatorname{tg} \delta \quad (7.39)$$

unde  $C_N$  și  $\operatorname{tg} \delta$  sînt parametrii ce se măsoară prin condițiile  $U < U_{iN}$ . Pe de altă parte, puterea se poate determina pentru fiecare valoare a tensiunii, după formula (7.40),

$$P = U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta, \quad (7.40)$$

cu luarea în considerare a lui  $C$  și  $\operatorname{tg} \delta$  prin valorile de calcul ale tensiunii urmînd ca  $P_{DP}$  să se calculeze după relația (7.35).

Instalația realizată de autor, pentru simularea procesului tratării și măsurători asupra probelor de semințe de diferite soiuri și umidități, prezintă unele modificări și completări față de o punte de tip Schering, necesare înregistrării descărcărilor parțiale în masa semințelor.

În figura 7.6 este prezentată schema instalației pentru măsurarea  $\operatorname{tg} \delta$ , a descărcărilor parțiale în dielectricii cu alveole

masa de semințe. Instalația se compune dintr-o punte de tip Schering, alimentată cu un transformator de tipul NCM - 10 (10.000/100 V). Cea de a doua bobină a transformatorului se conectează între vârful punții și pământ, iar tensiunea în bobina primară se reglează cu ajutorul unui autotransformator. În diagonala punții între bornele A și B, se conectează prin amplificator un galvanometru vibrator. În cele două brațe conectate la vârful cu tensiune înaltă al punții, este conectat condensatorul, a cărui capacitate se va studia,  $C_x$  și condensatorul etalon de tip P-51 cu aer, de capacitate  $C_0 = 100$  pF, cu tensiunea nominală 10 kV. Condensatorul este realizat sub formă cilindrică, prevăzut cu un sistem de ecranare.

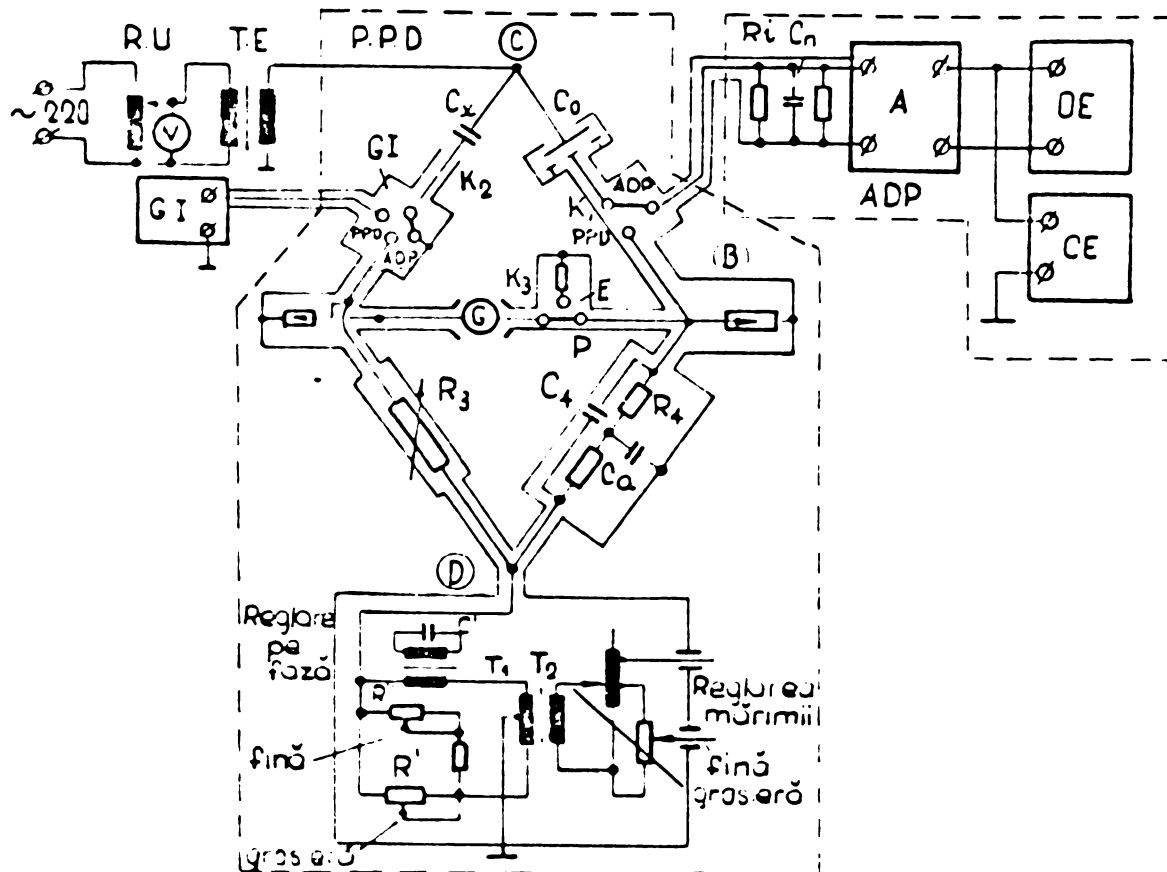


Fig.7.6. Schema punții pentru măsurarea  $tg \delta$ , a descărcărilor parțiale.

În celelalte două brațe ale punții sînt conectate două rezistențe: reglabilă  $R_3$  și constantă  $R_4$ , legată în paralel cu capacitatea  $C_r$ .

Valoarea  $tg \delta$  și  $C_x$  pentru dielectricul ce se măsoară, se de-

termină pentru acest tip de punte, [60] după relațiile:

$$\operatorname{tg} \delta = \omega R_4 C_4 \quad (7.41)$$

$$C_x = C_0 \frac{R_4}{R_3} \left( \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \delta} \right) \quad (7.42)$$

Măsurarea  $\operatorname{tg} \delta$  și a capacității  $C_x$  se realizează prin alegerea mărimilor  $R_3$  și  $C_4$ , la care puntea se echilibrează. Rezistența  $R_3$  reprezintă o cutie decadică de rezistențe (10.000 + 1.000 + + 100 + 10 + 0,1)  $\Omega$ , în serie cu care se leagă o rezistență cu reglare continuă între 0 - 1  $\Omega$ . Capacitatea  $C_4$  este realizată tot sub aspectul unei cutii de capacități. În puntea de față rezistența  $R_4$  a fost aleasă ca fiind egală cu  $\frac{10.000}{\pi} = 3.183 \Omega$ . Pentru frecvența dată, de 50 Hz,  $\operatorname{tg} \delta$  are valoarea:

$$\operatorname{tg} \delta = 2 \pi f R_4 C_4 = 10^6 C_4 \quad (7.43)$$

În cazurile în care  $\operatorname{tg} \delta \leq 0,03$  se poate neglija termenul  $\frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}$ , eroarea introdusă prin această simplificare nu depășește 1%. Astfel,

$$C_x = C_0 \frac{R_4}{R_3} \quad (7.44)$$

Limitele de măsurare a punții sînt:

$$1 \cdot 10^{-4} \leq \operatorname{tg} \delta \leq 1,0,$$

iar alegerea mărimii  $R_4 = 3.183 \Omega$  permite să se măsoare mărimi foarte mici ale  $\operatorname{tg} \delta$  cu exactitate destul de mare. Datorită faptului că măsurătorile se fac la tensiuni relativ mari în ramurile punții, se pot produce erori din cauza curenților capacitivi și a curenților de scurgere prin izolația cablurilor. Pentru aceasta, instalația este prevăzută cu tensiune de protecție, conectată între borna D și pămînt; cu descărcători cu neon, care asigură protecția în cazul străpungerii dielectricului ce se măsoară.

Determinînd, la început, domeniul de măsură, respectîndu-se apoi metodologia de măsură pentru punți de acest tip, se obțin valorile lui  $R_3$ ,  $\text{tg} \delta$ , în funcție de tensiunea  $U$  la bornele condensatorului al cărui dielectric se studiază, după care se calculează  $C_x$  cu ajutorul relației (7.44), iar cu formula (7.40) se determină pierderile totale de putere. Sarcina aparentă ( $q$ ), numărul mediu de impulsuri pe secundă ( $n$ ), curentul mediu de descărcare ( $I$ ) pierderile de putere prin descărcări parțiale ( $P_{DP}$ ), tensiunea de apariție a descărcărilor parțiale ( $U_i$ ) sînt caracteristici comportării dielectricului masă de semințe în procesul urmăririi descărcărilor parțiale.

Aparatura folosită pentru măsurarea descărcărilor parțiale (ADP), (fig.7.6), este alcătuită din următoarele elemente: amplificator (A) cu bandă lată de trecere de la 10-100 kHz, cu coeficient de amplificare  $10^5$ , osciloscop (OE) la plăcile căruia sînt conectate ieșirile amplificatorului și ale numărătorului electronic de impulsuri, cu afișare numerică (CE).

La apariția impulsurilor datorate descărcărilor parțiale, amplitudinea saltului de tensiune  $\Delta U$  se repartizează în primul moment, pe capacitățile din schemă (fig.7.3). Dacă se neglijează capacitatea  $C_T$ , se poate calcula saltul de tensiune, influența în schema de măsură a  $\Delta U_{INTR}$ , asupra capacității parazite, cu relația (7.45):

$$\Delta U_{INTR} = \Delta U \frac{C_o C_x}{C_{paraz} C_o + C_{paraz} C_x + C_o C_x} \quad (7.45)$$

Din formula (7.45) se observă că pentru obținerea mării maxime a  $\Delta U_{INTR}$ ,  $C_{paraz}$  trebuie să fie cît mai mică:

$$C_{paraz} \ll C_o; C_{paraz} \ll C_x.$$

Pentru a verifica sensibilitatea schemei, se simulează procesul descărcărilor parțiale cu ajutorul unui generator de impulsuri.

Conform schemei din figura 7.7 se cuplează generatorul de impulsuri dreptunghiulare GI, care imită impulsurile provocate de descărcările parțiale, tensiunea generatorului  $U_G$  se repartizează în acest caz pe capacitățile din schemă, iar la bornele de intrare ale ADP, va avea valoarea:

$$U_{INTR} = U_G \frac{C_G C_o}{C_{paraz} C_o + C_{paraz} C_x + C_o C_x} \quad (7.46)$$

respectându-se și de data aceasta condițiile:

$$C_G \ll C_o; C_G \ll C_x$$

impulsurile generatorului GI vor da naștere unei tensiuni de intrare  $U_{INTR}$  asemănătoare tensiunii de intrare  $U_{INTR}$  creată de impulsurile descărcărilor parțiale cu amplitudinea  $\Delta U$ .

În aceste condiții de etalonare, folosind schema din figura 7.7

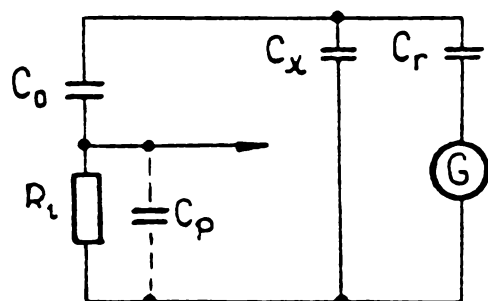


Fig.7.7. Schema de conectare a generatorului de impulsuri.

și luînd în considerare că  $C_G$  este mică, egalînd (7.45) cu (7.46), se obține:

$$\Delta U_x = U_G \frac{C_G}{C_x} \quad (7.47)$$

pe de altă parte,  $\Delta q = \Delta U_x C_x$  și se poate scrie:

$$\Delta q_x = U_G C_G \quad (7.48)$$

În cazurile în care impulsurile generatorului provoacă schimbarea înălțimii  $h$  a semnalului luminos pe ecranul osciloscopului, atunci sensibilitatea schemei va fi:

$$q_h = \frac{\Delta q_x}{h} = \frac{U_G C_G}{h} \quad (7.49)$$

Limita de jos  $\Delta q_x \min$  este dată de zgomotul interior radio și cele proprii ale amplificatorului. Aparatul folosit în schema ADP, are



performanțele între limitele  $\Delta q_x \text{ min} = 10^{-13} - 10^{-15} \text{ C}$ .

După verificarea sensibilității schemei, se poate măsura la diferite valori ale tensiunii, sarcina aparentă medie  $q_x \text{ med}$ , înălțimea semnalului luminos  $h$ , iar cu ajutorul calculatorului cu afișare numerică (CE) se determină numărul de descărcări parțiale  $n$ , pe o perioadă de 30 de secunde. Am ales perioada de 30 de secunde în simularea procesului tratării în câmpul electromagnetic, deoarece aceasta este perioada care a fost determinată ca optimă prin experimentări biologice în câmp. Calculele se efectuează apoi după relațiile (7.33) și (7.35). Pe ecranul osciloscopului (OE) au fost urmărite și fotografiate semnalele de tip „descărcări parțiale”. Reprezentarea procesului tratării în dinamica sa, a curbelor de ionizare și al altor parametri electro-energetici, ne poate oferi o imagine intuitivă și noi elemente cantitative pentru caracterizarea procesului de generare a agenților ionizanți în masa de semințe în câmpul electromagnetic.

#### 7.4. Dependența caracteristicilor masei de semințe de intensitatea și timpul de acțiune al câmpului electromagnetic

7.4.1. Alegerea esanțioanelor de semințe. Intrucât caracteristicile (electrice, biologice etc.), ale semințelor se deosebesc foarte mult de la un soi la altul, deosebirile fiind chiar și în cadrul soiului respectiv, funcție de stadiul de coacere, de locul și solul unde a crescut, de cantitatea de apă (umiditatea) conținută în semințe, am ales pentru măsurători două soiuri de grâu și două soiuri de orz, fiecare cu câte 4 umidități stabilite în laboratoare de specialitate, folosind notațiile și simbolurile din tabelul 7.1.

Tabelul 7.1

Nr. crt.	Natura probei ce se studiază	Simbol	Nr. probei	Umiditatea (W) %			
				9,98	12,10	13,96	16,04
1.	Orz L.	A	1	x	-	-	-
			2	-	x	-	-
			3	-	-	x	-
			4	-	-	-	x
2.	Orz T.	B	1	x	-	-	-
			2	-	x	-	-
			3	-	-	x	-
			4	-	-	-	x
3.	Grâu Bezostaia	C	1	x	-	-	-
			2	-	x	-	-
			3	-	-	x	-
			4	-	-	-	x
4.	Grâu T 195	D	1	x	-	-	-
			2	-	x	-	-
			3	-	-	x	-
			4	-	-	-	x

Determinarea parametrilor optimi ai tratării semințelor în domeniul tensiunii de ionizare, funcție de umiditatea semințelor caracteristică fizică, ușor măsurabilă, constituie o metodă originală ușor de aplicat în condițiile folosirii pe scară industrială a tratării în câmpul electromagnetic a semințelor. Pentru simularea procesului de tratare a semințelor în instalația reprezentată în figura 7.6, s-a confecționat o celulă de tratare de tip deschis figura 10.4. Parametrii probelor de semințe analizate sînt prezentați în tabela 7.2.

Tabela 7.2

Nr. crt.	Varianta	Nr. probă	$V_c$ cm <sup>3</sup>	$V_s$ cm <sup>3</sup>	$V_a$ cm <sup>3</sup>	$V'_s$	$V'_a$	Gr g
1.	A	1	8,48	4,22	4,26	0,4982	0,5018	5,386
2.		2	8,48	4,53	3,85	0,5476	0,4524	5,471
3.		3	8,48	4,80	3,68	0,5661	0,4339	5,513
4.		4	8,48	4,96	3,52	0,5862	0,4138	5,624
5.	B	1	8,48	4,36	4,12	0,5143	0,4857	5,397
6.		2	8,48	4,70	3,76	0,5542	0,4458	5,496
7.		3	8,48	4,65	3,53	0,5723	0,4277	5,534
8.		4	8,48	4,96	3,50	0,5986	0,4014	5,633

Tabelul 7.2 (continuare)

9.	C	1	8,48	4,55	3,93	0,5362	0,4553	5,575
10.		2	8,48	4,68	3,60	0,5766	0,4234	5,654
11.		3	8,48	4,99	3,49	0,5872	0,4123	5,746
12.		4	8,48	5,14	3,34	0,6083	0,3917	5,932
13.	D	1	8,48	4,62	3,05	0,5441	0,4599	5,612
14.		2	8,48	4,97	3,51	0,5876	0,4124	5,785
15.		3	8,48	5,22	3,26	0,6145	0,3857	5,906
16.		4	8,48	5,34	3,14	0,6281	0,3719	6,134

7.4.2. Calculul parametrilor masei semințelor prin simularea procesului tratării în câmp electromagnetic

Folosind relațiile prezentate în subcapitolul 7,3, caracteristicile constructive ale celulei în care s-au tratat probele de semințe prezentate în tabelul 7.1, s-a elaborat o schemă logică a programului de calcul, prezentată în figura 7.8.

Pentru fiecare probă din cele 4 variante, la 15 valori ale tensiunii de alimentare (U) la bornele condensatorului  $C_x$  s-au măsurat valorile lui  $R_x$  și  $tg \delta$ , în același timp, pentru o perioadă de 30 de secunde s-a determinat cu ajutorul instalației A.D.P. (fig.7.6) numărul de descărcări parțiale n și înălțimea semnalului luminos „h” pe ecranul osciloscopului. Folosind aceste mărimi, cu ajutorul programului de calcul (fig.7.8), rulat pe calculatorul HEWLETT-PACKARD 9820, au fost determinate constanta dielectrică complexă a masei de semințe și componentele sale, energiile respectiv puterile totale absorbite (P), în dielectric ( $P_d$ ) și prin fenomenul de descărcări parțiale ( $P_{dp}$ ), a probelor supuse influenței câmpului.

În cele ce urmează prezentăm atât în tabele, cât și sub formă grafică dependența principalilor parametri  $tg \delta$ , constantei dielectrice complexe, a componentelor sale, a numărului de descărcări parțiale, a puterilor funcție de valorile intensității câmpului electric în care au fost tratate semințele.

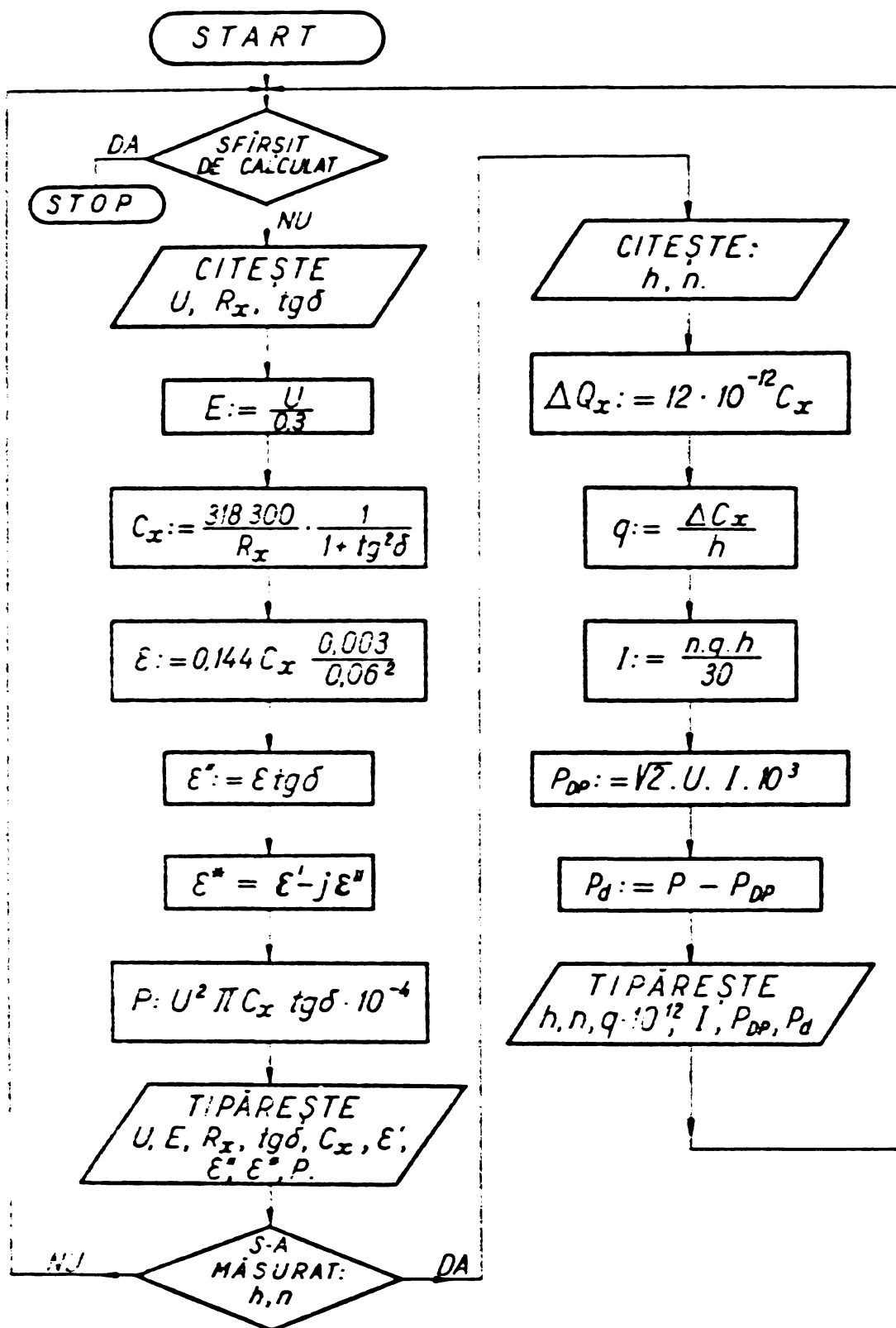


Fig.7.8. Schema logică a programului de calcul pentru determinarea parametrilor simulării procesului de tratare a sedimențelor.

7.4.3. Dependența rezistenței ( $R_x$ ), a  $\text{tg } \delta$ , a constante-  
lor dielectrice ( $\epsilon, \epsilon', \epsilon''$ ), a masei de semințe  
de parametrii tratării în câmpul electromagnetic

7.4.3.1. Dependența rezistenței ( $R_x$ ), a  $\text{tg } \delta$ , masei de semințe  
de intensitatea câmpului electric la un timp constant de tratare.

Folosind metodologia de măsură, prezentată în subcapitolele anterioare, s-a procedat la măsurarea parametrilor  $R_x$  și  $\text{tg } \delta$  a probelor pentru cele 15 valori ale tensiunii de alimentare la bornele celulei de tratare a semințelor. Pentru fiecare mărime a tensiunii sau intensității câmpului, tratarea s-a făcut la aceeași valoare a timpului (rezultată ca optimă în procesul de experimentare a tratării semințelor), și anume 30 de secunde. Datele experimentale au fost reținute în tabelele (7.3-7.10). De asemenea, s-a reprezentat dependența  $\text{tg } \delta = f(U)$ , respectiv  $\text{tg } \delta = f(E)$  pentru toate cele 16 probe supuse tratării, pentru 15 valori ale intensității câmpului, cuprinse între 1-15 kV/cm.

După cum se observă din fig.7.9 a,b,c,d dependențele  $\text{tg } \delta = f(U)$  sînt funcții de ionizare asemănătoare dependențelor  $\text{tg } \delta = f(U)$  a dielectricilor organici cu alveole de aer. De asemenea, observăm că punctul de începere a ionizării interioare a masei de semințe variază în funcție de variantele ABCD, cît și în funcție de umiditatea probei din fiecare variantă; spre exemplu între 4 și 10 kV/cm în cadrul probelor din varianta B.

Valorile la care a fost găsit punctul de ionizare, corespunde cu valorile optime de tratare ale intensității câmpului electric, valori prin care în experiențe s-au observat cele mai bune rezultate în stimularea creșterii producției culturilor analizate. În concluzie putem spune că determinarea punctului de ionizare a masei de semințe corespunde cu determinarea valorii intensității câmpului electric la care este necesar să se facă tratarea semințelor, valori care trebuie verificate și prin experiențe cu caracter biologic.

Tabelul 7.3

Nr. crt.	U kV	E kV/cm	R	t <sub>g</sub> δ	C <sub>x</sub> pF	ε'	ε''	ε	P W
V a r i a n t a "A-1"									
1.	0,300	1	9415	0,0565	33,7001742	4,0440209	0,2284872	3,8155337	0,0000538
2.	0,600	2	9396	0,0564	33,7557035	4,0522441	0,2285466	3,8236975	0,0002154
3.	0,900	3	9384	0,0570	33,8095900	4,0571508	0,2312576	3,8258932	0,0004904
4.	1,200	4	9370	0,0572	33,8593351	4,0631202	0,2324105	3,8307097	0,0008762
5.	1,500	5	9360	0,0575	33,8943471	4,0673216	0,2338710	3,8334507	0,0013776
6.	1,800	6	9370	0,0580	33,8562251	4,0627470	0,2356393	3,8271077	0,0019938
7.	2,100	7	9360	0,0585	33,8904287	4,0668514	0,2379108	3,8289406	0,0027468
8.	2,400	8	9335	0,0590	33,9792010	4,0775041	0,2405727	3,8369314	0,0036278
9.	2,700	9	9300	0,0620	34,0947463	4,0913695	0,2536649	3,8377046	0,0048412
10.	3,000	10	9008	0,0930	34,9991259	4,1998951	0,4115897	3,7883054	0,0096979
11.	3,300	11	8560	0,1381	36,4886815	4,3786418	0,6046904	3,7739514	0,0172397
12.	3,600	12	8186	0,1762	37,7126171	4,5255140	0,7973956	3,7281185	0,027055
13.	3,900	13	7618	0,2105	40,0097769	4,8011732	1,0106470	3,7905263	0,0402436
14.	4,200	14	7418	0,2203	40,9144524	4,9097343	1,0840693	3,8255550	0,0500639
15.	4,500	15	7020	0,2663	42,3393557	5,0807227	1,3529965	3,7277262	0,0717283
V a r i a n t a "A-2"									
1.	0,300	1	9500	0,0483	33,4272810	4,0112737	0,1937445	3,8175292	0,0000456
2.	0,600	2	9410	0,0486	33,7461087	4,0495330	0,1966858	3,8528472	0,0001854
3.	0,900	3	9360	0,0490	33,9249564	4,0709948	0,1994787	3,8715160	0,0004230
4.	1,200	4	9320	0,0492	34,0698896	4,0883867	0,2011486	3,8872381	0,0007583
5.	1,500	5	9264	0,0495	34,2748264	4,1129792	0,2035925	3,9093867	0,0011993
6.	1,800	6	9240	0,0509	34,3590342	4,1230841	0,2098650	3,9132191	0,0017801
7.	2,100	7	9232	0,0567	34,3674155	4,1240899	0,2338359	3,8902540	0,0026997
8.	2,400	8	9220	0,0600	34,3989404	4,1278728	0,2476724	3,8802005	0,0037348
9.	2,700	9	8583	0,1731	36,0060637	4,3207276	0,7479180	3,5728097	0,0142741
10.	3,000	10	8183	0,2132	37,2065207	4,4647825	0,9518916	3,5128909	0,0224284
11.	3,300	11	7483	0,2472	40,0867982	4,8104158	1,1891348	3,6212810	0,0339022
12.	3,600	12	7523	0,2744	39,3475599	4,7217072	1,2956365	3,4260707	0,0439599
13.	3,900	13	7314	0,2915	40,1109596	4,8133152	1,4030814	3,4102338	0,0558703
14.	4,200	14	6937	0,3212	41,5932371	4,9911885	1,6031697	3,3880187	0,0740366
15.	4,500	15	6626	0,3403	43,0523892	5,1662867	1,7580874	3,4081993	0,0932039

Mr. crt.	U kV	E kV/cm	R	t <sub>g</sub> δ	C <sub>pl</sub>	ε	ε"	ε	P W
V a r i a n t a "A-3"									
1.	0,300	1	8398	0,0504	35,7590550	4,2886855	0,1303761	4,1583105	0,000307
2.	0,600	2	8392	0,0580	35,7446061	4,2899527	0,1629954	4,1263573	0,0001536
3.	0,900	3	8330	0,0423	35,7505728	4,2936687	0,1816222	4,1120465	0,0003851
4.	1,200	4	8330	0,0486	35,7601305	4,2912157	0,2095531	4,0826626	0,0007862
5.	1,500	5	8878	0,0586	35,7299742	4,2875969	0,2512552	4,0363437	0,0014800
6.	2,000	6	8834	0,0574	35,9129185	4,3095502	0,2473682	4,0621820	0,0020983
7.	2,500	7	8770	0,0704	36,1151921	4,3338230	0,3051011	4,0287219	0,0035225
8.	3,000	8	8661	0,0895	36,4583076	4,3750539	0,3915687	3,9835002	0,0059047
9.	3,500	9	8430	0,1155	36,9976087	4,4397130	0,5127869	3,9269262	0,0097866
10.	4,000	10	8211	0,1515	37,6952891	4,5474547	0,6889564	3,8584983	0,0162327
11.	4,500	11	7881	0,1885	39,0024315	4,6802918	0,8822350	3,7980568	0,0251525
12.	5,000	12	7503	0,2275	40,5005590	4,8570271	1,1001237	3,7366034	0,0373365
13.	5,500	13	7138	0,2606	41,7565378	5,0167845	1,3053104	3,7049741	0,0519970
14.	6,000	14	6738	0,2906	43,5600911	5,2277059	1,5190554	3,7082515	0,0701521
15.	6,500	15	6399	0,3155	45,2390417	5,4276850	1,7127501	3,7159349	0,0908004
V a r i a n t a "A-4"									
1.	0,300	1	8328	0,0341	36,0138545	4,3216625	0,1473587	4,1742938	0,000347
2.	0,600	2	8816	0,0352	36,0601295	4,3272155	0,1523180	4,1748976	0,0001436
3.	0,900	3	8790	0,0363	36,1639512	4,3396741	0,1575302	4,1821440	0,0003341
4.	1,200	4	8730	0,0402	36,1943559	4,3433227	0,1746016	4,1687211	0,0006582
5.	1,500	5	8768	0,0503	36,2108468	4,4353016	0,2185637	4,1267529	0,0012875
6.	1,800	6	8710	0,0739	36,3181142	4,3581737	0,3438599	4,0143138	0,0029167
7.	2,100	7	8526	0,1302	36,7105455	4,4052655	0,5735656	3,8316999	0,0066220
8.	2,400	8	8220	0,1901	37,3720753	4,4846430	0,8525318	3,6321173	0,0128559
9.	2,700	9	7926	0,2365	38,0317681	4,5638122	1,0793116	3,4844706	0,0205994
10.	3,000	10	7560	0,2722	39,1988225	4,7036587	1,2809903	3,4234684	0,0301685
11.	3,300	11	7184	0,2989	40,6730164	4,8807620	1,4580598	3,4219022	0,0415920
12.	3,600	12	6810	0,3230	42,3244233	5,0769308	1,6407946	3,4584362	0,0556607
13.	3,900	13	6465	0,3421	44,0760163	5,2891220	1,8094086	3,4797133	0,0720501
14.	4,200	14	6320	0,3602	44,5799422	5,3495931	1,9269234	3,4226696	0,0839880
15.	4,500	15	5886	0,3745	47,4259661	5,6911162	2,1313230	3,5597932	0,1129903

Tabelul 7.5

Nr. crt.	U kV	E kV/cm	R	tg δ	C <sub>x</sub> pF	ε	ε"	ζ	P W
V a r i a n t a "B-1"									
1.	0, 300	1	8732	0, 0362	36, 404243	4, 3683309	0, 1581403	4, 2103901	0, 0000373
2.	0, 600	2	8720	0, 0360	36, 4550478	4, 3746057	0, 1574858	4, 2171199	0, 0001484
3.	0, 900	3	8724	0, 0375	36, 4343213	4, 3721386	0, 1639544	4, 2081641	0, 0003477
4.	1, 200	4	8730	0, 0392	36, 4043494	4, 3685449	0, 1712470	4, 1972979	0, 0006456
5.	1, 500	5	8723	0, 0386	36, 4145797	4, 3697496	0, 1686723	4, 2010772	0, 0009936
6.	1, 800	6	8724	0, 0384	36, 4318362	4, 3718203	0, 1678779	4, 2039424	0, 0014240
7.	2, 100	7	8716	0, 0393	36, 4627291	4, 3755275	0, 1719582	4, 2035693	0, 0019353
8.	2, 400	8	8740	0, 0388	36, 3640205	4, 3636825	0, 1693109	4, 1943716	0, 0025531
9.	2, 700	9	8704	0, 0402	36, 5103911	4, 3812469	0, 1761261	4, 2051208	0, 0033614
10.	3, 000	10	8640	0, 0436	36, 7703783	4, 4124455	0, 1923326	4, 2200628	0, 0045329
11.	3, 300	11	8558	0, 0581	37, 0681419	4, 4481770	0, 2584391	4, 1897379	0, 0073681
12.	3, 600	12	8205	0, 0976	38, 4273683	4, 6112843	0, 4500613	4, 1612223	0, 0152702
13.	3, 900	13	7507	0, 1684	41, 2311697	4, 9477404	0, 8331995	4, 1145409	0, 0331777
14.	4, 200	14	6136	0, 2395	44, 0363794	5, 2843655	1, 2656055	4, 0187600	0, 0564175
15.	4, 500	15	6012	0, 2904	48, 8264701	5, 8591764	1, 7015048	4, 1576716	0, 0902042
V a r i a n t a "B-2"									
1.	0, 300	1	8752	0, 0322	36, 3311604	4, 3597392	0, 1403336	4, 2193556	0, 0000331
2.	0, 600	2	8745	0, 0334	36, 3573828	4, 3628359	0, 1457204	4, 2171656	0, 0001373
3.	0, 900	3	8731	0, 0338	36, 4147035	4, 3697644	0, 1476980	4, 2220564	0, 0003132
4.	1, 200	4	8722	0, 0343	36, 4510391	4, 3741247	0, 1500325	4, 2240922	0, 0005656
5.	1, 500	5	8718	0, 0362	36, 4628852	4, 3755462	0, 1583248	4, 2171514	0, 0009330
6.	1, 800	6	8683	0, 0397	36, 6001520	4, 3920182	0, 1743631	4, 2176551	0, 0014790
7.	2, 100	7	8642	0, 0432	36, 7631431	4, 4115772	0, 1905801	4, 2209970	0, 0022003
8.	2, 400	8	8633	0, 0478	36, 7860991	4, 4143319	0, 2110051	4, 2033268	0, 0031819
9.	2, 700	9	8504	0, 0673	37, 2606805	4, 4712817	0, 3003173	4, 1703644	0, 0057431
10.	3, 000	10	8221	0, 1022	38, 3176733	4, 5981234	0, 4692282	4, 1281952	0, 0110724
11.	3, 300	11	7607	0, 1458	40, 9720698	4, 9166484	0, 7168473	4, 1998010	0, 0204373
12.	3, 600	12	7398	0, 1856	38, 4721812	4, 6166621	0, 8568525	3, 7598096	0, 0290723
13.	3, 900	13	6705	0, 2243	45, 1980974	5, 4237717	1, 2165520	4, 2072197	0, 0484427
14.	4, 200	14	6394	0, 2450	46, 9621422	5, 6354571	1, 3806870	4, 2547701	0, 0637621
15.	4, 500	15	6238	0, 2697	47, 5661024	5, 7079323	1, 5394293	4, 1685030	0, 0816119



Tabelul 7.6

nr. crt.	U kV	E kV/cm	R	tgδ	C <sub>x</sub> pF	ε	ε"	ε	P W
V a r i a n t a "B-3"									
1.	0,300	1	8703	0,0593	36,5171949	4,3820634	0,1722151	4,2098483	0,0000406
2.	0,500	2	8700	0,0406	36,5259989	4,3831199	0,1779547	4,2051652	0,0001677
3.	0,900	3	8694	0,0407	36,5509100	4,3861092	0,1785146	4,2075946	0,0003786
4.	1,200	4	8701	0,0413	36,5197108	4,3823653	0,1809917	4,2013736	0,0006823
5.	1,500	5	8683	0,0462	36,5797599	4,3895712	0,2027982	4,1867730	0,0011946
6.	1,800	6	8518	0,0519	37,2675425	4,4721051	0,2321023	4,2400028	0,0019688
7.	2,100	7	8162	0,0956	38,6444612	4,6373353	0,4434220	4,1939133	0,0051195
8.	2,400	8	7118	0,2232	42,5955805	5,1114697	1,1403800	3,9705896	0,0172041
9.	2,700	9	6396	0,2920	45,8556429	5,5026771	1,6067817	3,8958954	0,0306657
10.	3,000	10	5982	0,3396	47,7075993	5,7249119	1,9441801	3,7807318	0,0458087
11.	3,300	11	5675	0,3658	49,4687148	5,9362458	2,1714737	3,7647671	0,0619088
12.	3,600	12	5453	0,3820	50,9384031	6,1126084	2,3350164	3,7775920	0,0792252
13.	3,900	13	5261	0,3948	52,3452226	6,2811867	2,4798125	3,8013742	0,0987454
14.	4,200	14	5104	0,4062	53,5304173	6,4236501	2,6092367	3,8143634	0,1205005
15.	4,500	15	4986	0,4178	54,3513488	6,5221619	2,7249592	3,7972026	0,1444620
V a r i a n t a "B-4"									
1.	0,300	1	8658	0,0396	36,7061257	4,4047351	0,1744275	4,2303076	0,0000411
2.	0,600	2	8662	0,0423	36,6810767	4,4017292	0,1861931	4,2155361	0,0001755
3.	0,900	3	8660	0,0461	36,6772495	4,4012699	0,2028985	4,1983714	0,0004303
4.	1,200	4	8607	0,0518	36,8825619	4,4259074	0,2292620	4,1966454	0,0008643
5.	1,500	5	8393	0,0713	37,7326398	4,5279168	0,3228405	4,2050763	0,0019017
6.	1,800	6	7245	0,2123	42,0389957	5,0446795	1,0709855	3,9736940	0,0090844
7.	2,100	7	6358	0,2837	46,3337121	5,5600454	1,5773849	3,9826606	0,0182115
8.	2,400	8	5977	0,3182	48,3578487	5,8029418	1,8464961	3,9564458	0,0278445
9.	2,700	9	5758	0,3378	49,6177833	5,9541340	2,0113065	3,9428275	0,0383861
10.	3,000	10	5624	0,3527	50,3351696	6,0402204	2,1303857	3,9098346	0,0501960
11.	3,300	11	5493	0,3622	51,2261749	6,1471410	2,2264945	3,9206465	0,0634773
12.	3,600	12	5362	0,3718	52,1528206	6,2583385	2,3268502	3,9314882	0,0789482
13.	3,900	13	5316	0,3812	52,2790045	6,2734805	2,3914508	3,8820298	0,0952268
14.	4,200	14	5243	0,3863	52,8263616	6,3391634	2,4488188	3,8903446	0,1130099
15.	4,500	15	5182	0,3977	53,0357464	6,3642896	2,5310780	3,8332116	0,1341835

INSTITUTUL  
 DE RESEARCH  
 ELECTRONIC  
 PHYSICS  
 BUCHAREST

Tabelul 7.7

Nr. crt.	U FV	E kV/cm	R	tg δ	C <sub>x</sub> pF	V a r i a n t a "C-1"				P W
						ε	ε"	ε	ε	
1.	0,500	1	5982	0,0248	53,1769230	6,3812308	0,1582545	6,2229762	0,0000373	
2.	0,600	2	5980	0,0240	53,1967334	6,3836140	0,1532067	6,2304073	0,0001444	
3.	0,900	3	5963	0,0243	53,3476703	6,4017204	0,1555618	6,2461586	0,0003299	
4.	1,200	4	5958	0,0238	53,3937234	6,4072468	0,1524925	6,2547543	0,0005749	
5.	1,500	5	5942	0,0304	53,5183628	6,4222035	0,1952350	6,2269685	0,0011500	
6.	1,800	6	5921	0,0308	53,7066627	6,4448235	0,1985006	6,2463230	0,0016837	
7.	2,100	7	5907	0,0328	53,8273114	6,4592774	0,2118643	6,2474131	0,0024460	
8.	2,400	8	5878	0,0368	54,0778374	6,4893405	0,2588077	6,2505328	0,0036011	
9.	2,700	9	5825	0,0420	54,5475549	6,5457066	0,2749197	6,2707869	0,0052469	
10.	3,000	10	5742	0,0508	55,2909608	6,6349153	0,3370537	6,2978616	0,0079416	
11.	3,300	11	5610	0,0568	56,5555063	6,7866608	0,3854823	6,4011734	0,0109901	
12.	3,600	12	5492	0,0732	57,6481359	6,9177763	0,5063812	6,4113951	0,0171811	
13.	3,900	13	5312	0,0945	59,3905612	7,1268673	0,6734890	6,4533784	0,0268181	
14.	4,200	14	5114	0,1236	61,3043630	7,3565236	0,9092663	6,4472572	0,0419912	
15.	4,500	15	4868	0,1382	64,1607736	7,6992928	1,0640423	6,6352506	0,0564095	
Varianta "C-2"										
1.	0,500	1	5941	0,0258	53,5411998	6,4249440	0,1657636	6,2591804	0,0000391	
2.	0,600	2	5918	0,0261	53,7484485	6,4498138	0,1683401	6,2814737	0,0001587	
3.	0,900	3	5907	0,0247	53,8523661	6,4622839	0,1596184	6,3026655	0,0003385	
4.	1,200	4	5883	0,0244	54,0728556	6,4887427	0,1583253	6,3304174	0,0005969	
5.	1,500	5	5859	0,0302	54,2771740	6,5132609	0,1967005	6,3165604	0,0011587	
6.	1,800	6	5812	0,0332	54,7057026	6,5646843	0,2179475	6,3467368	0,0018487	
7.	2,100	7	5764	0,0403	55,1325278	6,6159033	0,2666209	6,3492824	0,0030782	
8.	2,400	8	5678	0,0481	55,9290732	6,7114888	0,3228226	6,3886662	0,0048681	
9.	2,700	9	5523	0,0698	57,3522992	6,8822759	0,4803829	6,4018930	0,0091682	
10.	3,000	10	5315	0,0969	59,3300261	7,1196031	0,6898895	6,4297136	0,0162551	
11.	3,300	11	5072	0,1182	61,8916067	7,4269928	0,8778705	6,5491223	0,0250280	
12.	3,600	12	4896	0,1397	63,7677576	7,6521309	1,0690027	6,5831282	0,0362704	
13.	3,900	13	4613	0,1596	67,2867124	8,0744055	1,2886751	6,7857304	0,0513146	
14.	4,200	14	4414	0,1803	69,8410639	8,3809277	1,5110813	6,8698464	0,0697839	
15.	4,500	15	4125	0,1982	74,2469746	8,9096370	1,7658900	7,1437469	0,0936176	

Tabelul 7.8

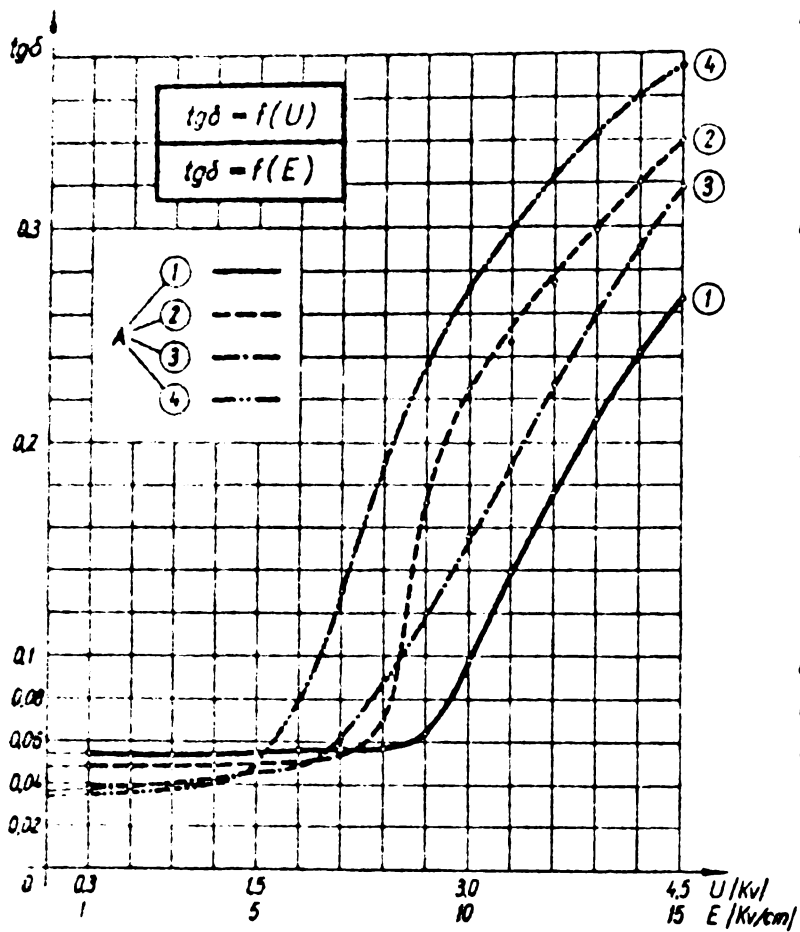
Nr. crt.	U V	E kV/cm	R	tg δ	C <sub>x</sub> pF	ε	ε"	ε	P W
V a r i a n t a "C-3"									
1.	0,300	1	5948	0,0310	53,4624088	6,4154891	0,1988802	6,2166089	0,0000469
2.	0,600	2	5925	0,0302	53,6725675	6,4407081	0,1945094	6,2461987	0,0001833
3.	0,900	3	5911	0,0297	53,8012990	6,4561559	0,1917478	6,2644080	0,0004065
4.	1,200	4	5876	0,0321	54,1137437	6,4936492	0,2084461	6,2852031	0,0007858
5.	1,500	5	5798	0,0363	54,8253971	6,5791197	0,2388220	6,3402976	0,0014068
6.	1,800	6	5738	0,0435	55,3675208	6,6441025	0,2890185	6,3550840	0,0024515
7.	2,100	7	5617	0,0664	56,4185131	6,7702216	0,4495427	6,3206789	0,0051901
8.	2,400	8	5279	0,0972	59,7311799	7,1677416	0,6967045	6,4710371	0,0105061
9.	2,700	9	4972	0,1279	62,9881182	7,5585742	0,9667416	6,5918325	0,0184504
10.	3,000	10	4653	0,1514	66,8745825	8,0249499	1,2149774	6,8099725	0,0286272
11.	3,300	11	4475	0,1726	69,0708194	8,2884983	1,4305948	6,8579035	0,0407862
12.	3,600	12	4316	0,1983	71,2234785	8,5468174	1,6093657	6,9374517	0,0546045
13.	3,900	13	4117	0,2038	74,2304574	8,9076549	1,8153801	7,0923748	0,0722879
14.	4,200	14	4018	0,2179	75,6276835	9,0753220	1,9775127	7,0978093	0,0913243
15.	4,500	15	3877	0,2275	78,0594948	9,3671394	2,1310242	7,2361152	0,1129749
V a r i a n t a "C-4"									
1.	0,300	1	5917	0,0298	53,7464235	6,4495708	0,1921972	6,2573736	0,0000453
2.	0,600	2	5878	0,0302	54,1017289	6,4922075	0,1960647	6,2961428	0,0001848
3.	0,900	3	5866	0,0321	54,2059935	6,5047192	0,2088015	6,2959177	0,0004428
4.	1,200	4	5723	0,0362	55,5448948	6,6653874	0,2412870	6,4241004	0,0009096
5.	1,500	5	5725	0,0447	55,4873845	6,6584861	0,2976343	6,3608518	0,0017532
6.	1,800	6	5609	0,0663	56,4997282	6,7799674	0,4495118	6,3304555	0,0038129
7.	2,100	7	5177	0,1116	60,7271547	7,2872586	0,8132581	6,4740005	0,0093894
8.	2,400	8	4442	0,1896	69,1652979	8,2998357	1,5753088	6,7245269	0,0237551
9.	2,700	9	4114	0,2137	73,9909500	8,8789152	1,8974242	6,9814910	0,0362127
10.	3,000	10	3925	0,2334	76,9060417	9,2287250	2,1539844	7,0747406	0,0507521
11.	3,300	11	3717	0,2448	80,7919529	9,6950343	2,3733444	7,3216899	0,0676639
12.	3,600	12	3626	0,2547	82,4349530	9,8921944	2,5195419	7,3726525	0,0854860
13.	3,900	13	3534	0,2665	84,0952760	10,0914331	2,6893669	7,4020662	0,1070897
14.	4,200	14	3458	0,2739	85,6238234	10,2743588	2,8142838	7,4603750	0,1299676
15.	4,500	15	3416	0,2782	86,4955944	10,3782701	2,8872347	7,4910354	0,1530649

Tabelul 7.9

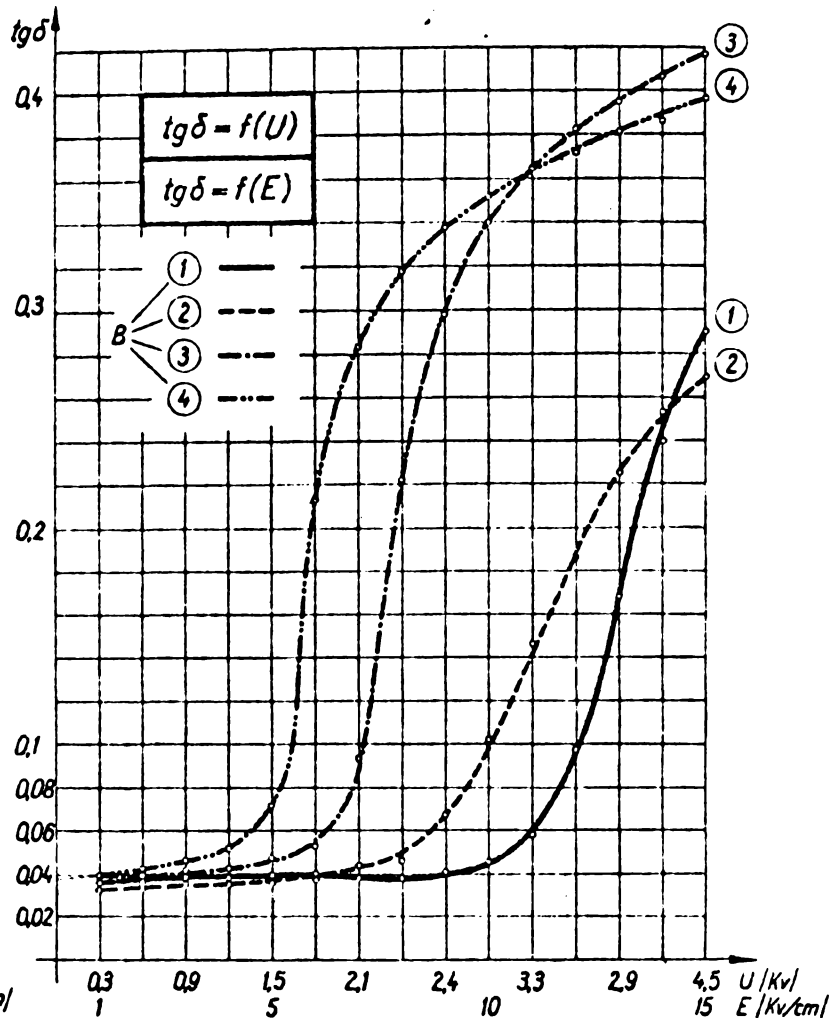
Nr. crt.	U	E	R	tg δ	C <sub>x</sub> PF	ε	ε"	ε	P
"D-1"									
V a r i a n t a									
1.	0, 500	1	5215	0, 0302	52, 4830074	6, 4179609	0, 1936224	6, 2241385	0, 0000457
2.	0, 600	2	5217	0, 0298	52, 5652676	6, 4278441	0, 1915498	6, 2352944	0, 0001805
3.	0, 900	3	5214	0, 0304	52, 7717470	6, 4526096	0, 1961593	6, 2554503	0, 0004160
4.	1, 200	4	5200	0, 0306	52, 9896640	6, 4678421	0, 1979160	6, 2699261	0, 0007461
5.	1, 500	5	5207	0, 0300	52, 8367678	6, 4604121	0, 1938124	6, 2665998	0, 0011416
6.	1, 600	6	5206	0, 0308	52, 9345885	6, 4721506	0, 1993422	6, 2728084	0, 0016909
7.	2, 100	7	5213	0, 0315	54, 4214410	6, 5305729	0, 2037130	6, 3246599	0, 0023750
8.	2, 400	8	5205	0, 0334	54, 8654552	6, 5838546	0, 2199007	6, 3639539	0, 0033160
9.	2, 700	9	5212	0, 0427	55, 4292922	6, 6515151	0, 2840197	6, 3674954	0, 0054206
10.	3, 000	10	5217	0, 0536	55, 9077253	6, 7089270	0, 3595955	6, 3493285	0, 0084728
11.	3, 300	11	5204	0, 0622	56, 5798169	6, 7895780	0, 4223118	6, 3672663	0, 0120401
12.	3, 600	12	5489	0, 0781	57, 6371406	6, 9164569	0, 5401753	6, 3752816	0, 0185277
13.	3, 900	13	5278	0, 0898	58, 7121140	7, 0456537	0, 6328817	6, 4127719	0, 0251932
14.	4, 200	14	5124	0, 1037	60, 6302198	7, 2756500	0, 7544828	6, 5211472	0, 0346431
15.	4, 500	15	4993	0, 1175	62, 8810968	7, 5457316	0, 8856235	6, 6591082	0, 0476038
"D-2"									
V a r i a n t a									
1.	0, 300	1	5222	0, 0324	52, 6923694	6, 4430843	0, 2087559	6, 2343284	0, 0000492
2.	0, 600	2	5913	0, 0328	52, 7726921	6, 4527230	0, 2116493	6, 2410737	0, 0001995
3.	0, 900	3	5902	0, 0330	52, 8722041	6, 4646645	0, 2133339	6, 2513306	0, 0004524
4.	1, 200	4	5883	0, 0329	54, 0465479	6, 4855858	0, 2133758	6, 2722100	0, 0008044
5.	1, 500	5	5872	0, 0338	54, 1445464	6, 4973456	0, 2196103	6, 2777353	0, 0012936
6.	1, 800	6	5804	0, 0357	54, 7716827	6, 5726019	0, 2346419	6, 3379600	0, 0019903
7.	2, 100	7	5768	0, 0376	55, 1058661	6, 6127039	0, 2486377	6, 3640665	0, 0028706
8.	2, 400	8	5655	0, 0483	56, 1554676	6, 7386561	0, 3254771	6, 4131790	0, 0049081
9.	2, 700	9	5586	0, 0685	56, 7156162	6, 8058739	0, 4662024	6, 3396716	0, 0088976
10.	3, 000	10	5382	0, 0886	58, 6809400	7, 0417128	0, 6238958	6, 4178170	0, 0147002
11.	3, 300	11	5089	0, 1097	61, 8029273	7, 4163513	0, 8135757	6, 6027775	0, 0231949
12.	3, 600	12	4897	0, 1323	65, 8808539	7, 6657025	1, 0141724	6, 6315300	0, 0344101
13.	3, 900	13	4718	0, 1487	66, 0055337	7, 9206640	1, 1778027	6, 7428613	0, 0468997
14.	4, 200	14	4617	0, 1612	67, 1947847	8, 0633742	1, 2998159	6, 7635582	0, 0600273
15.	4, 500	15	4566	0, 1735	67, 6737738	8, 1208529	1, 4089680	6, 7118849	0, 0746956

Tabelul 7.10

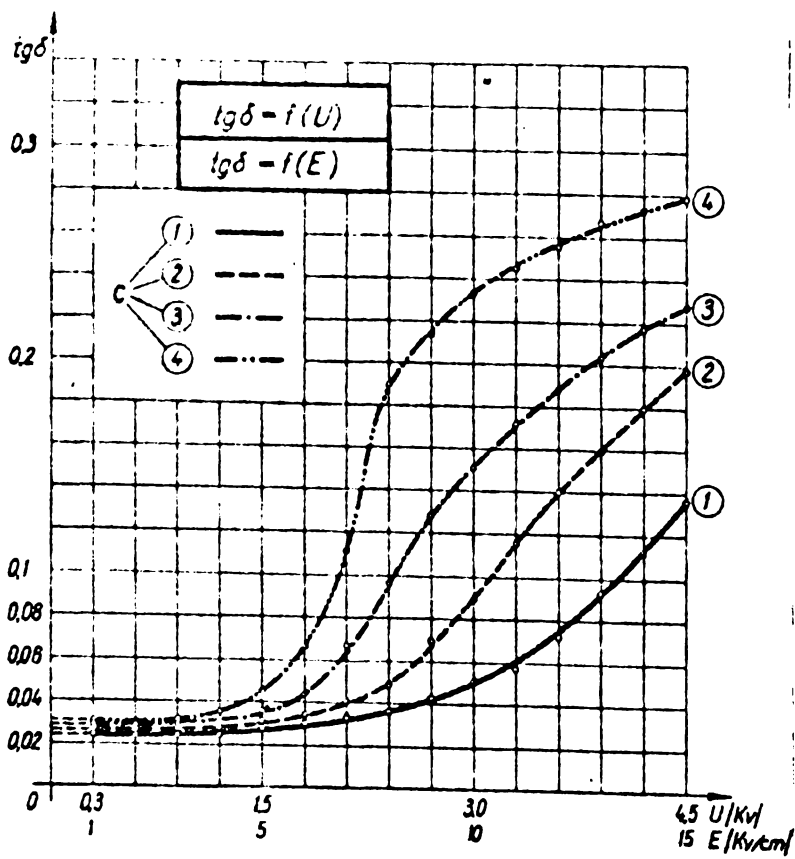
Nr. crt.	U	E kV/cm	R	tg	C <sub>x</sub> pF	ε	ε"	ε	P
V a r i a n t a "D-3"									
1.	0,300	1	5912	0,0384	53,7603753	6,4512450	0,2477278	6,2035172	0,0000584
2.	0,600	2	5903	0,0372	53,8472188	6,4616663	0,2403740	6,2212923	0,0002265
3.	0,900	3	5891	0,0367	53,9588969	6,4750676	0,2376350	6,2374326	0,0005039
4.	1,200	4	5874	0,0365	54,1158510	6,4939021	0,2370274	6,2568747	0,0008936
5.	1,500	5	5837	0,0363	54,4596764	6,5351612	0,2372264	6,2979348	0,0013974
6.	1,800	6	5719	0,0518	55,5076430	6,6609172	0,3450355	6,3158817	0,0029267
7.	2,100	7	5516	0,0717	57,4097215	6,8891666	0,4939532	6,3952133	0,0057029
8.	2,400	8	5207	0,1012	60,5095442	7,2611453	0,7348279	6,5263174	0,0110809
9.	2,700	9	4915	0,1336	63,6252906	7,6350349	1,0200407	6,6149942	0,0194677
10.	3,000	10	4608	0,1617	67,3154317	8,0778518	1,3061886	6,7716532	0,0307763
11.	3,300	11	4289	0,1989	71,3888731	8,5666648	1,7039096	6,8627551	0,0485784
12.	3,600	12	3873	0,2302	78,0484088	9,3658091	2,1560092	7,2097998	0,0731517
13.	3,900	13	3582	0,2683	82,8938657	9,9472639	2,6688509	7,2784130	0,1062728
14.	4,200	14	3144	0,3139	92,1596699	11,0591604	3,4714704	7,5876899	0,1603174
15.	4,500	15	2605	0,3557	108,4648561	13,0157827	4,6297139	8,3860688	0,2454414
V a r i a n t a "D-4"									
1.	0,300	1	5882	0,0358	54,0449807	6,4853977	0,2321772	6,2532204	0,0000547
2.	0,600	2	5868	0,0362	54,1723642	6,5006837	0,2353247	6,2653389	0,0002218
3.	0,900	3	5837	0,0367	54,4580883	6,5349706	0,2398334	6,2951372	0,0005086
4.	1,200	4	5736	0,0406	55,4003121	6,6480375	0,2699103	6,3781271	0,0010175
5.	1,500	5	5471	0,0609	57,9645125	6,9557415	0,4236047	6,5321368	0,0024952
6.	1,800	6	5059	0,1266	61,9250650	7,4310078	0,9407656	6,4902422	0,0079799
7.	2,100	7	4546	0,1703	68,0441746	8,1653010	1,3905508	6,7747502	0,0160544
8.	2,400	8	3945	0,2238	76,8359704	9,2203165	2,0635068	7,1568096	0,0311169
9.	2,700	9	3643	0,2657	81,6115549	9,7933866	2,6021028	7,1912838	0,0496616
10.	3,000	10	3342	0,2916	87,7785137	10,5334216	3,0715458	7,4618759	0,0723716
11.	3,300	11	3118	0,3105	93,1080950	11,1729714	3,4692076	7,7037638	0,0989069
12.	3,600	12	3035	0,3183	95,2283879	11,4274065	3,6373435	7,7900630	0,1234122
13.	3,900	13	2954	0,3320	97,0544687	11,6465562	3,8666500	7,7798862	0,1539688
14.	4,200	14	2883	0,3384	99,0618079	11,8874170	4,0227019	7,8647151	0,1857741
15.	4,500	15	2837	0,3458	100,2127746	12,0255330	4,1584293	7,8671037	0,2204565



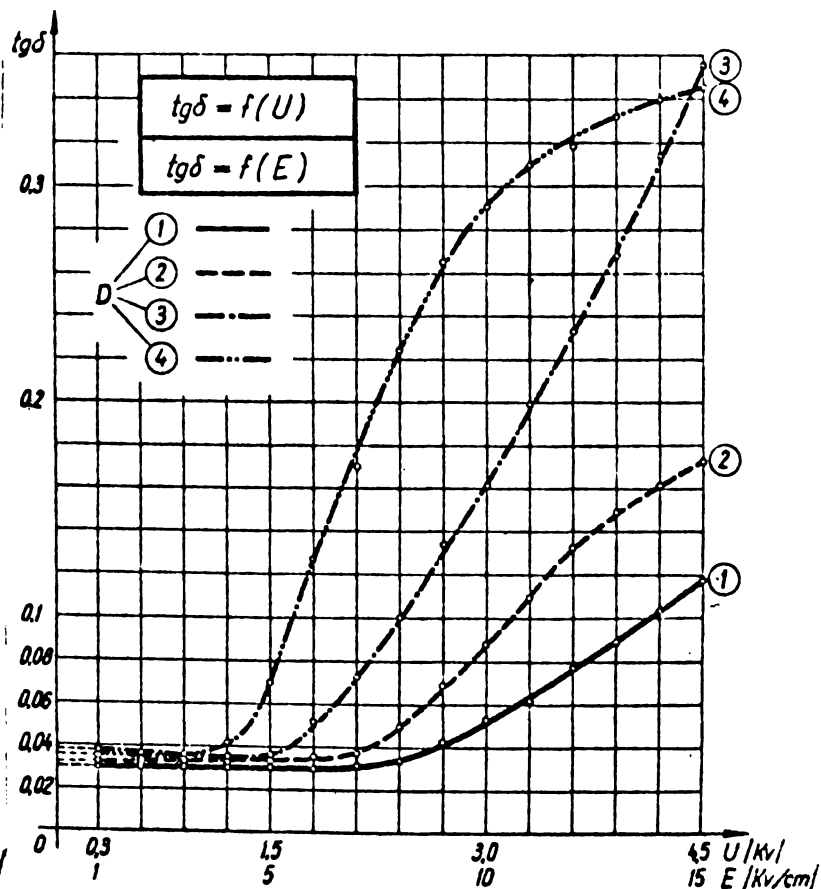
a)



b)



c)



d)

Fig. 7.9 a, b, c, d. Dependence of  $\text{tg } \delta$  on supply voltage and electric field intensity.

7.4.3.2. Dependența constantei dielectrice ( $\epsilon$ ) a componentelor sale  $\epsilon'$  și  $\epsilon''$  de intensitatea (E) a câmpului, de timpul de expunere (t) și de umiditatea semințelor  $\epsilon, \epsilon', \epsilon'' = f(U, t, W)$

Folosind relațiile prezentate în schema logică a programului de calcul fig.7.8, s-a pus în evidență o importantă dependență (de tip ionizare) a constantei dielectrice de valorile câmpului și de caracteristicile semințelor.

Din analiza datelor prezentate, a reprezentărilor din figura 10 a,b,c,d, reiese o dependență de tip ionizare a constantei dielectrice în funcție de tensiunea aplicată la bornele celulei de tratare. Variații nesemnificative se observă în regiunea tensiunilor joase (până la 1,5 kV) și mai ales la probele care au umiditatea scăzută (sub 12%). Umiditatea joacă un rol important după cum se observă din variația constantei dielectrice în cadrul aceleiași probe.

Se constată de asemenea o modificare substanțială a constantei dielectrice ( $\epsilon$ ) și a componentelor sale funcție de umiditatea semințelor la aceleași valori ale intensității câmpului în aceeași variantă a probelor.

În figura 7.11 a și b, sînt reprezentate dependențele  $\epsilon' = f(W)$  prin  $U = \text{const}$ , pentru 4 valori ale intensității câmpului în zona punctului de ionizare. Modificările cele mai mari au fost înregistrate asupra probelor cu umiditatea mai mare (14, 16%), și la valorile mai ridicate ale tensiunii (2,1; 2,7 kV) la bornele celulei de tratare.

Remarcăm, de asemenea, faptul că pentru aceleași umidități, variantele C și D (grîu) prezintă modificări mai mari decît variantele A și B (orz), ale constantei dielectrice  $\epsilon'$ , iar la tensiuni mult inferioare domeniul de ionizare interioară se înregistrează foarte ușoare modificări, ale valorii acestui parametru al masei de semințe.

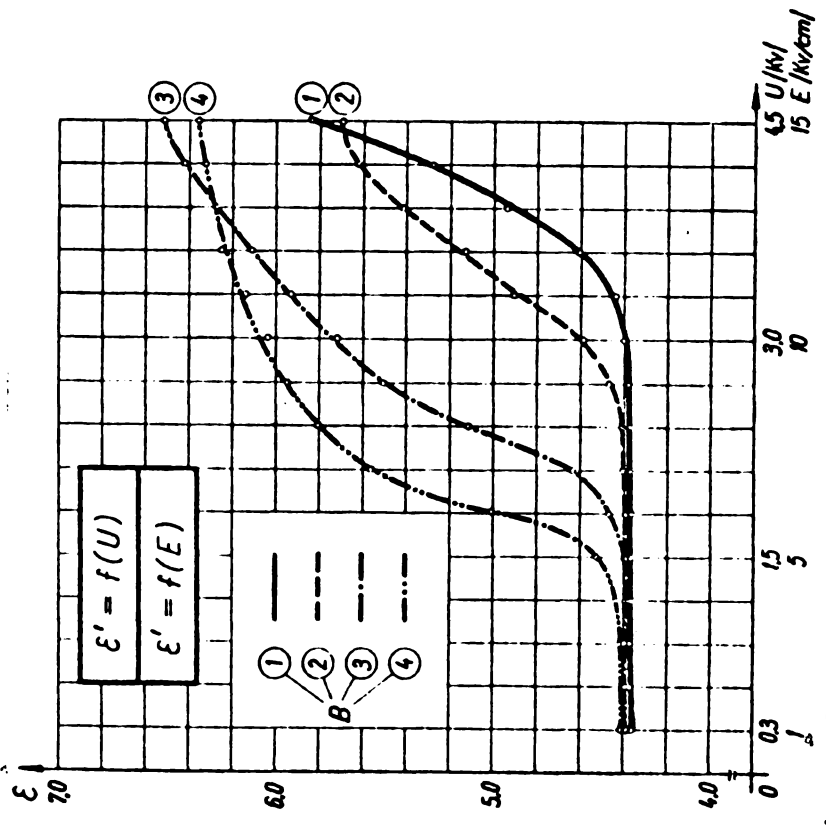
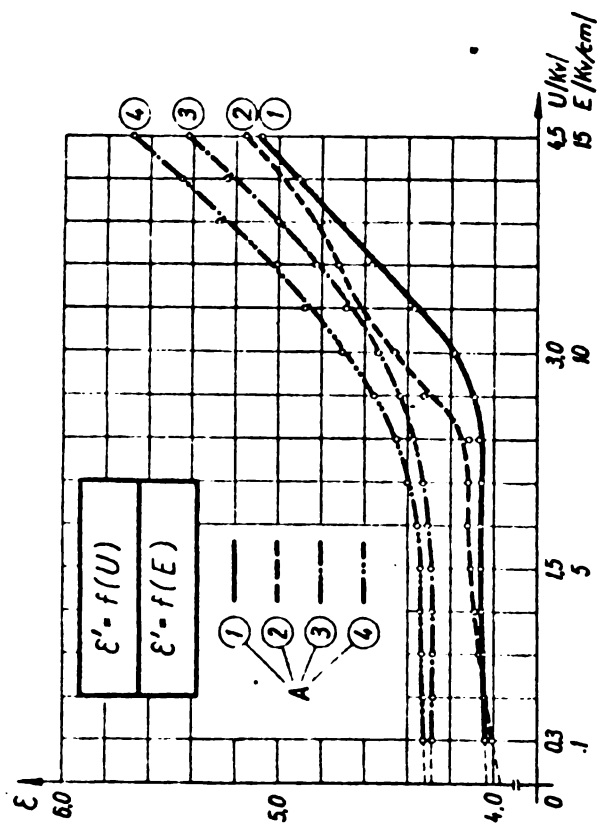
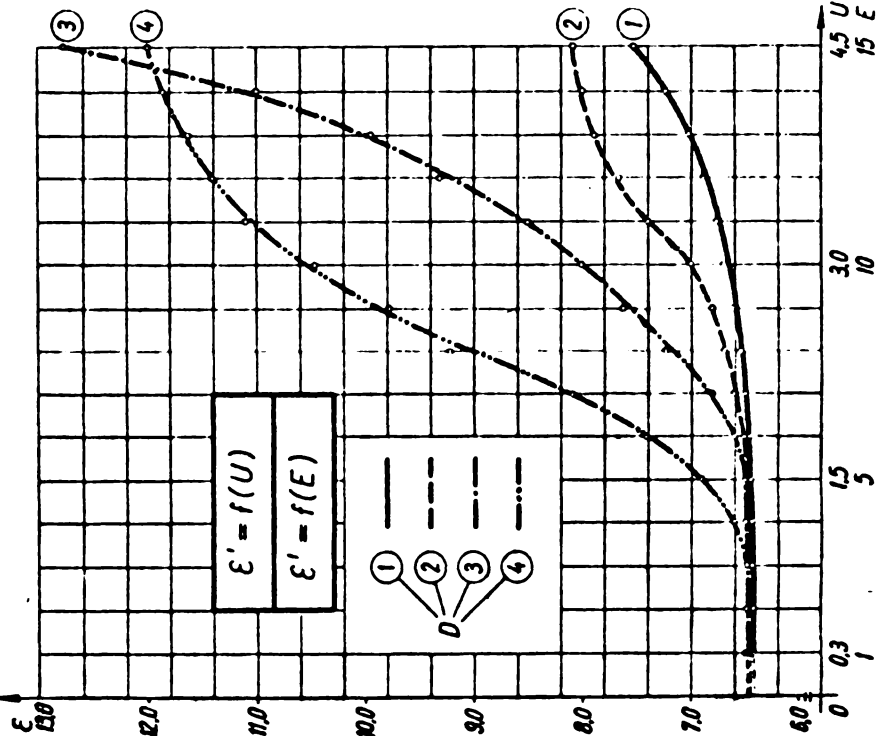
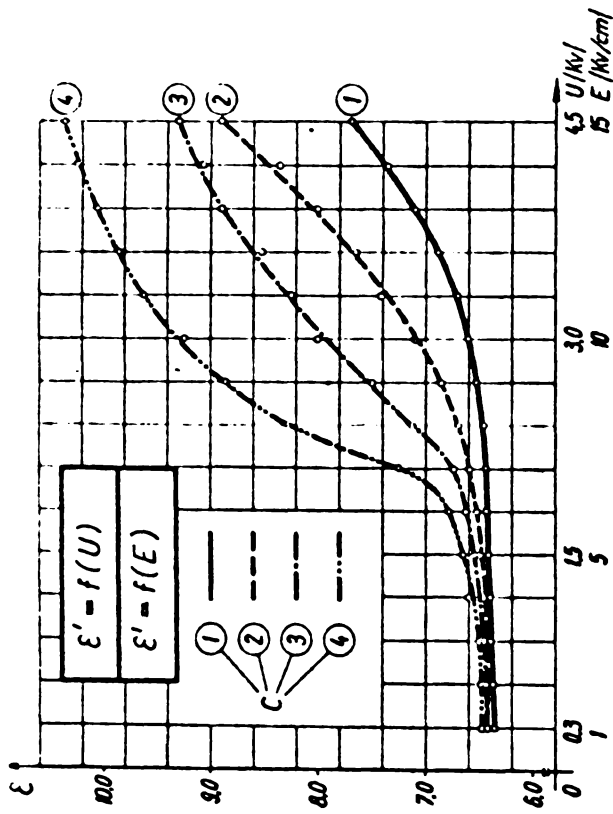
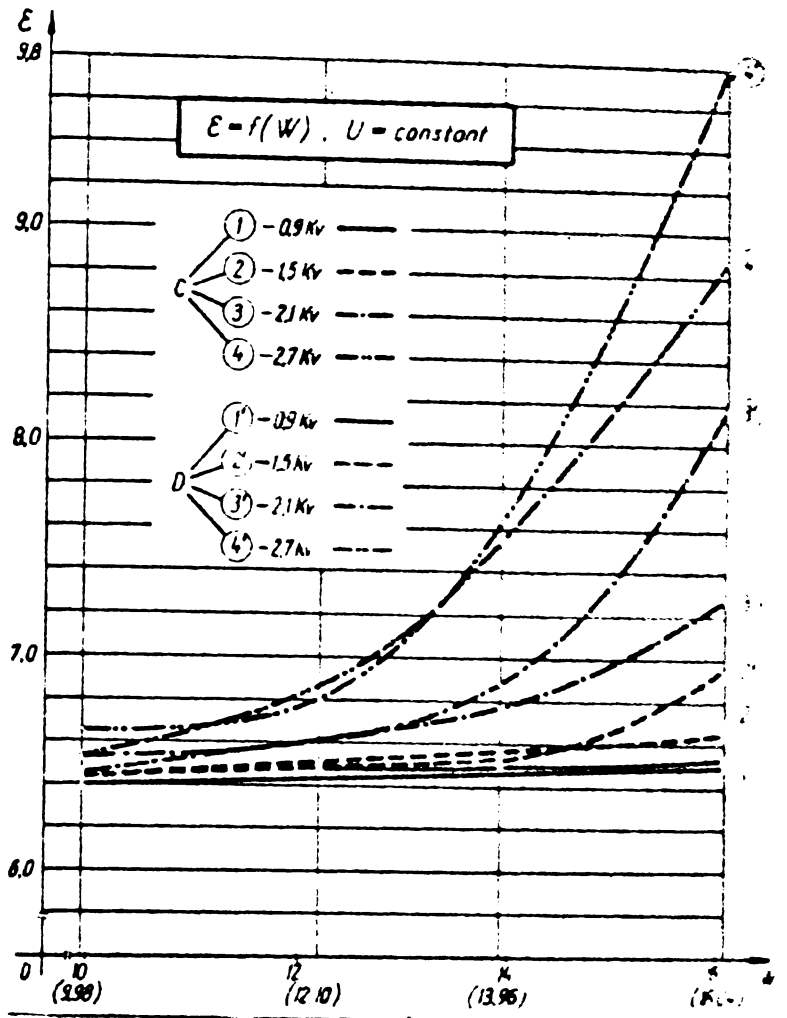
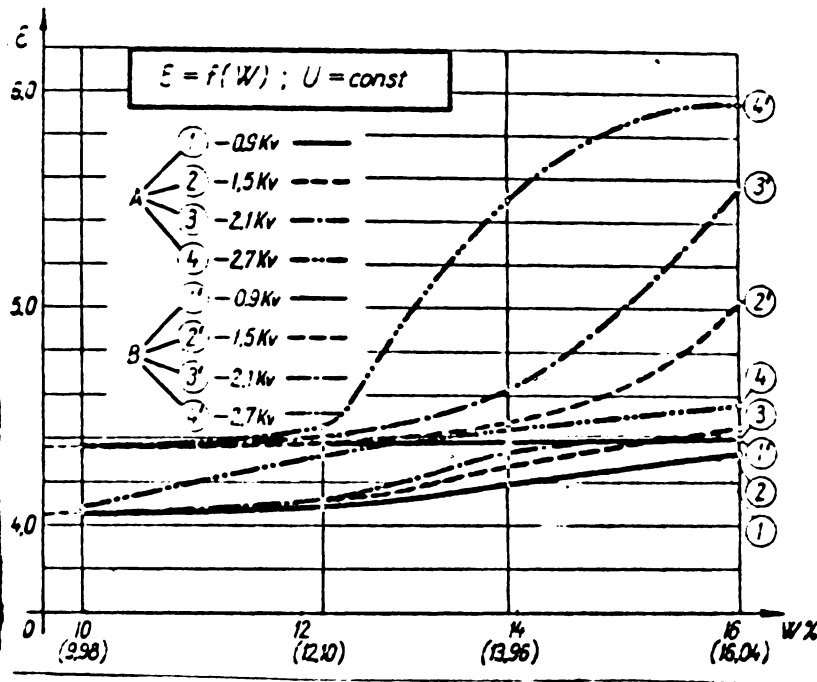


Fig.7.10 a,b,c,d. Dependente ale constantei dielectrice ( $\epsilon$ ) de intensitatea cimpului ( $E$ ), respectiv de tensiunea ( $U$ ) aplicată la bornele celulei de tratare.

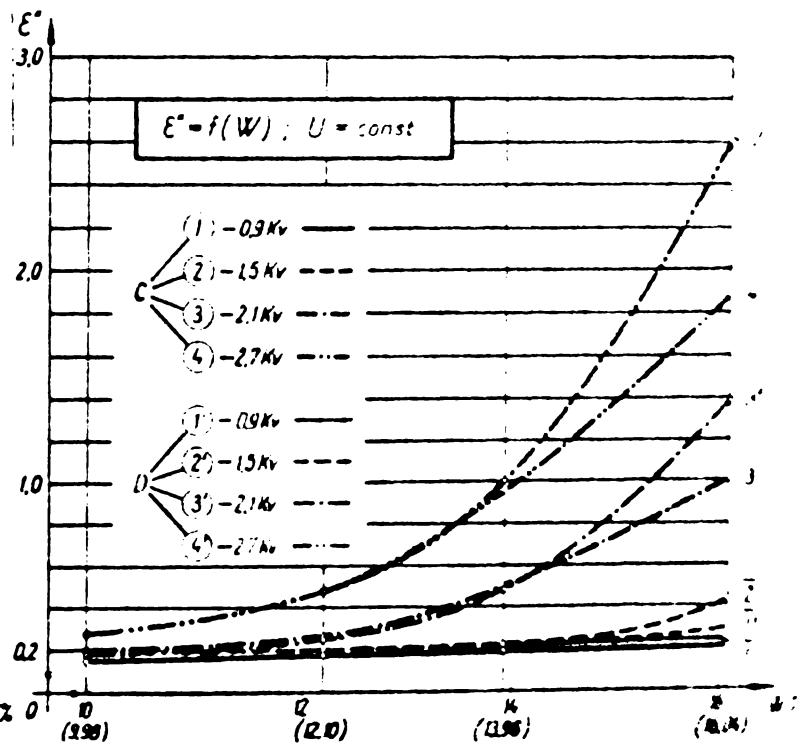
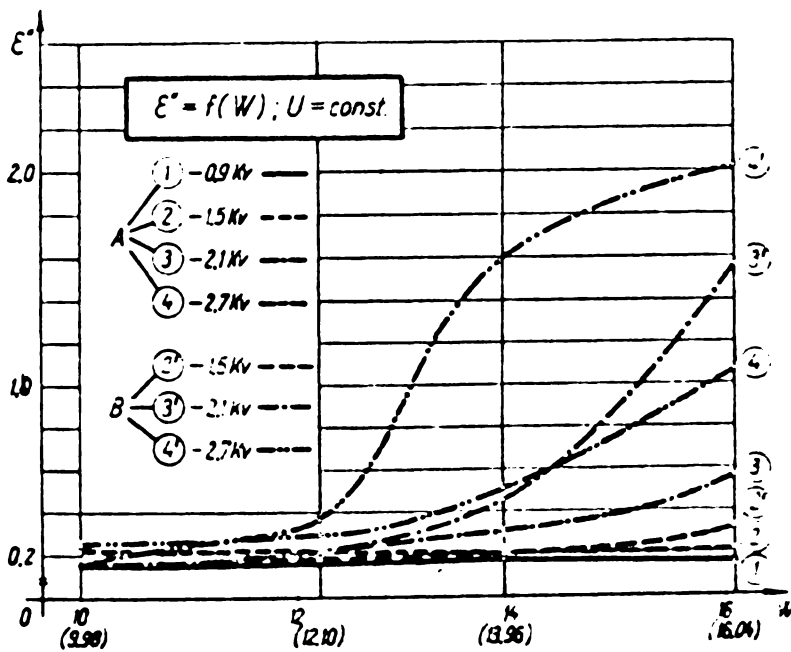




a)

b)

Fig.7.11 a,b. Dependente ale constantei dielectrice de umiditatea semințelor prin  $U = \text{const}$ .



a)

b)

Fig.7.12 a,b. Dependente ale factorului de pierderi de umiditate, prin  $U = \text{const}$ . ( $\epsilon''$ ) a masei de semințe.

Din analiza reprezentărilor din figura 7.12 a,b observăm că  $\epsilon''$  variază în limite foarte mari, spre exemplu, varianta D, cu domeniul de umiditate între 9,98% și 16,04%, pentru o tensiune constantă egală cu 2,7 kV. Se observă și în acest caz, mici variații ale lui  $\epsilon''$  pentru variante cu umidități diferite, însă tratate la tensiuni joase, sub punctul de ionizare. Rezultatele obținute reprezintă o continuare a cercetărilor efectuate de către NELSON S.O. [121, 122, 123], și KOJEVNIKOVA I.F. [66, 68], TARUSCHIN [164], privind constanta dielectrică a masei de semințe.

Apreciem că schimbarea bruscă a constantei dielectrice, în cazul semințelor cu umiditate mai mare, peste 12%, la tensiuni ridicate, se datorește prezenței în conținutul semințelor a apei, mediul cu proprietăți polarizante pe de o parte, iar pe de altă parte, apariției descărcărilor electrice în masa de semințe, generatoare de agenți ionizanți, care vor modifica substanțial proprietățile fizico-chimice ale mediului. Acest ultim punct de vedere nu a mai fost întâlnit în literatură, el constituie un punct de vedere original și va fi pus în evidență, în subcapitolul următor.

7.4.4. Dependența numărului de descărcări parțiale (n), a puterii prin descărcări parțiale ( $P_{DP}$ ) în masa de semințe de intensitatea (E) a câmpului electric și de timpul de tratare

7.4.4.1. Dependența numărului de descărcări parțiale (n), de tensiunea (U) și intensitatea câmpului electric (E), la un timp (t) constant de acțiune ( $t = 30$  sec). Utilizînd metodologia expusă în subcapitolul „Descărcări electrice”, s-a procedat la înregistrarea numărului de descărcări parțiale, pentru cele 15 valori ale tensiunii de alimentare la bornele celulei de tratare, pentru o perioadă de tratare constantă și anume 30 de secunde.

Numărul descărcărilor parțiale înregistrate cu instalația

Tabelul 7.11

Nr. crt.	U kV	E kV/cm	h mm	n imp/30 sec	q C.10 <sup>-12</sup>	I A	P <sub>DP</sub> W	P <sub>d</sub> W
V a r i a n t a "A-1"								
1.	0,300	1	1,0	12,6	0,00000000	0,00000000	0,00000043	0,00199833
2.	0,600	2	1,9	46,2	0,00000000	0,00000000	0,00000186	0,00274490
3.	0,900	3	2,3	758,0	0,00000000	0,00000001	0,00003497	0,00359278
4.	1,200	4	4,4	4127,0	0,00000000	0,00000006	0,00021491	0,00462633
5.	1,500	5	11,1	35679,0	0,00000000	0,00000050	0,00211917	0,00757868
6.	1,800	6	16,5	72434,0	0,00000001	0,00000106	0,00493389	0,01230580
7.	2,100	7	19,1	92852,0	0,00000001	0,00000140	0,00713116	0,01992384
8.	2,400	8	19,4	103550,0	0,00000002	0,00000166	0,00914338	0,03110027
9.	2,700	9	20,8	116125,0	0,00000001	0,00000190	0,01128825	0,03877560
10.	3,000	10	21,5	124891,0	0,00000003	0,00000212	0,01346055	0,05826771
11.	3,300	11						
12.	3,600	12						
13.	3,900	13						
14.	4,200	14						
15.	4,500	15						
V a r i a n t a "A-2"								
1.	0,300	1	0,8	95,0	0,00000000	0,00000000	0,00000276	0,00119650
2.	0,600	2	1,7	324,0	0,00000000	0,00000000	0,00001134	0,00176880
3.	0,900	3	2,1	672,0	0,00000000	0,00000001	0,00002744	0,00267228
4.	1,200	4	4,4	4153,0	0,00000000	0,00000006	0,00019395	0,00354086
5.	1,500	5	8,7	129431,0	0,00000000	0,00000186	0,00711791	0,00715623
6.	1,800	6	23,5	137015,0	0,00000001	0,00000204	0,00865134	0,01377708
7.	2,100	7	24,4	145892,0	0,00000001	0,00000234	0,01091799	0,02298419
8.	2,400	8	26,1	156368,0	0,00000002	0,00000246	0,01252977	0,03143014
9.	2,700	9	27,0	163427,0	0,00000001	0,00000262	0,01446194	0,04140332
10.	3,000	10	27,5	168270,0	0,00000002	0,00000280	0,01662931	0,05740733
11.	3,300	11	28,4	177312,0	0,00000003	0,00000306	0,01949800	0,07370591
12.	3,600	12						
13.	3,900	13						
14.	4,200	14						
15.	4,500	15						

Tabelul 7.12

Nr. crt.	U kV	E kV/cm	h mm	n imp/30 sec	q C.10 <sup>-12</sup>	I A	P <sub>DP</sub> W	P <sub>d</sub> W
V a r i a n t a "A-3"								
1.	0,300	1	0,8	98,0	536,401959	0,00000000	0,00000238	0,00078385
2.	0,600	2	1,7	332,0	252,211583	0,00000000	0,00001007	0,00146994
3.	0,900	3	2,2	1027,0	195,888646	0,00000001	0,00003756	0,00206070
4.	1,200	4	6,0	5783,0	72,230384	0,00000008	0,00024811	0,00327439
5.	1,500	5	8,4	14265,0	52,084154	0,00000021	0,00070609	0,00519862
6.	1,800	6	13,5	52846,0	32,386763	0,00000073	0,00298624	0,00680039
7.	2,100	7	19,5	94121,0	23,320178	0,00000143	0,00605296	0,01017972
8.	2,400	8	20,8	117364,0	22,501403	0,00000183	0,00854507	0,01660741
9.	2,700	9	23,0	129872,0	21,030553	0,00000209	0,01066081	0,02667568
10.	3,000	10	24,1	141095,0	20,791637	0,00000236	0,01299798	0,03899899
11.	3,300	11	25,8	153786,0	20,260880	0,00000268	0,01591614	0,05423598
12.	3,600	12	27,3	164827,0	19,885293	0,00000298	0,01998144	0,07181893
13.	3,900	13						
14.	4,200	14						
15.	4,500	15						
V a r i a n t a "A-4"								
1.	0,300	1	1,3	177,0	333,821088	0,00000000	0,00000326	0,00033080
2.	0,600	2	2,2	879,0	197,423759	0,00000001	0,00002160	0,00063664
3.	0,900	3	4,3	3688,0	101,053526	0,00000005	0,00011332	0,00117416
4.	1,200	4	7,4	9973,0	58,894239	0,00000014	0,00036880	0,00254792
5.	1,500	5	15,8	65475,0	27,881427	0,00000096	0,00285536	0,00376656
6.	1,800	6	19,2	116076,0	23,357547	0,00000174	0,00588947	0,00696641
7.	2,100	7	24,1	141178,0	18,936980	0,00000215	0,00820073	0,01239870
8.	2,400	8	25,8	160059,0	18,232010	0,00000251	0,01064754	0,01952094
9.	2,700	9	27,2	170692,0	17,943978	0,00000278	0,01296010	0,02863192
10.	3,000	10	28,5	178457,0	17,820810	0,00000302	0,01538162	0,04027905
11.	3,300	11	29,6	188211,0	17,868655	0,00000332	0,01830151	0,05374857
12.	3,600	12	30,3	192066,0	17,655423	0,00000342	0,02034297	0,06864508
13.	3,900	13	30,5	198979,0	18,659397	0,00000377	0,02402210	0,08896866
14.	4,200	14						
15.	4,500	15						

Tabelul 7.13

Nr. crt.	U kV	E kV/cm	h mm	n imp/30 sec	q C.10 <sup>-12</sup>	I A	P <sub>DP</sub> W	P <sub>d</sub> W
V a r i a n t a "B-1"								
1.	0,300	1	0,3	43,0	1456,583187	0,00000000	0,00000133	0,000992223
2.	0,600	1	0,8	97,0	546,477542	0,00000000	0,00000360	0,00142039
3.	0,900	1	1,5	264,0	291,701833	0,00000000	0,00001144	0,00197383
4.	1,200	1	2,1	672,0	207,794403	0,00000001	0,00003318	0,00251997
5.	1,500	1	2,3	1173,0	190,468997	0,00000002	0,00006541	0,00329599
6.	1,800	1	3,8	3478,0	116,116986	0,00000005	0,00021703	0,00431583
7.	2,100	1	5,4	14365,0	52,954488	0,00000021	0,00099402	0,00637407
8.	2,400	1	10,3	34179,0	44,769750	0,00000053	0,00267471	0,01259551
9.	2,700	1	16,7	66572,0	29,627182	0,00000110	0,00605560	0,02712215
10.	3,000	10	19,9	98797,0	26,554601	0,00000174	0,01033665	0,04811081
11.	3,300	11	24,0	140524,0	24,413255	0,00000274	0,01746600	0,07273822
12.	3,600	12						
13.	3,900	13						
14.	4,200	14						
15.	4,500	15						
V a r i a n t a "B-2"								
1.	0,300	1	1,0	136,0	437,554622	0,00000000	0,00000421	0,00092061
2.	0,600	1	2,3	753,0	190,957315	0,00000001	0,00002005	0,00145024
3.	0,900	1	2,4	1237,0	183,815715	0,00000002	0,00005402	0,00214629
4.	1,200	1	5,5	5511,0	78,827355	0,00000008	0,00026924	0,00291364
5.	1,500	1	9,6	1872,0	46,575851	0,00000028	0,00106718	0,00467083
6.	1,800	1	13,1	45997,0	35,100179	0,00000070	0,00298456	0,0080817
7.	2,100	10	17,9	78013,0	27,467509	0,00000128	0,00596633	0,01447045
8.	2,400	11	19,3	104135,0	23,920529	0,00000160	0,00815870	0,02091352
9.	2,700	12	20,6	113429,0	26,528989	0,00000205	0,01131055	0,03713217
10.	3,000	13	21,3	122786,0	26,457545	0,00000231	0,01370001	0,05006205
11.	3,300	14	23,0	128972,0	24,817097	0,00000245	0,01561638	0,06999550
12.	3,600	15						
13.	3,900							
14.	4,200							
15.	4,500							

Tabelul 7.14

Nr. crt.	U kV	E kV/cm	h mm	n imp/30 sec	q C.10 <sup>-12</sup>	I A	P <sub>DP</sub> W	P <sub>d</sub> W
V a r i a n t a "B-3"								
1.	0,300	1	1,5	218,0	292,157686	0,00000000	0,00000540	0,00067692
2.	0,600	2	4,3	3672,0	102,083051	0,00000005	0,00011398	0,00108060
3.	0,900	3	5,4	4863,0	82,816761	0,00000007	0,00018454	0,00178422
4.	1,200	4	9,9	22175,0	46,841771	0,00000034	0,00101799	0,00410147
5.	1,500	5	13,0	50466,0	39,316997	0,00000086	0,00291843	0,01428563
6.	1,800	6	18,5	87642,0	29,744201	0,00000161	0,00613824	0,02452747
7.	2,100	7	21,2	120867,0	27,004301	0,00000231	0,00978569	0,03602297
8.	2,400	8	24,4	146788,0	24,328876	0,00000290	0,01355533	0,04835343
9.	2,700	9	27,6	169129,0	22,147132	0,00000345	0,01754450	0,06168074
10.	3,000	10	29,0	185216,0	21,659265	0,00000388	0,02138841	0,07735695
11.	3,300	11	30,6	204175,0	20,992321	0,00000437	0,02596734	0,09453320
12.	3,600	12	31,5	218643,0	20,705276	0,00000475	0,03025056	0,11421145
13.	3,900	13						
14.	4,200	14						
15.	4,500	15						
V a r i a n t a "B-4"								
1.	0,300	1	1,3	178,0	338,559226	0,00000000	0,00000332	0,00042694
2.	0,600	2	3,0	2452,0	147,530248	0,00000004	0,00006139	0,00080291
3.	0,900	3	7,6	9645,0	59,577852	0,00000015	0,00030881	0,00159288
4.	1,200	4	16,5	81243,0	30,573815	0,00000137	0,00347765	0,00560677
5.	1,500	5	24,5	144260,0	22,694063	0,00000267	0,00794031	0,01027116
6.	1,800	6	27,2	173821,0	21,334345	0,00000336	0,01141183	0,01643267
7.	2,100	7	28,1	181759,0	21,189089	0,00000361	0,01377438	0,02461176
8.	2,400	8	30,2	191076,0	20,000730	0,00000385	0,01632202	0,03387401
9.	2,700	9	30,4	197628,0	20,220859	0,00000405	0,01889859	0,04457867
10.	3,000	10	30,5	199847,0	20,519143	0,00000417	0,02122526	0,05772291
11.	3,300	11	30,6	204166,0	20,501570	0,00000427	0,02354780	0,07167902
12.	3,600	12	30,8	206829,0	20,581699	0,00000437	0,02595891	0,08713100
13.	3,900	13	30,9	208672,0	20,586406	0,00000443	0,02817217	0,10601134
14.	4,200	14						
15.	4,500	15						

Tabelul 7.15

Nr. crt.	U kV	E kV/cm	h mm	n imp/30 sec	q C.10 <sup>-12</sup>	I A	P <sub>DP</sub> W	P <sub>d</sub> W
V a r i a n t a "C-1"								
1.	0,300	1	0,3	32,0	2135,748937	0,00000000	0,00000116	0,00057372
2.	0,600	1	0,8	98,0	802,775441	0,00000000	0,00000445	0,00114558
3.	0,900	1	1,4	210,0	460,344537	0,00000000	0,00001148	0,00167226
4.	1,200	1	1,8	421,0	358,848742	0,00000001	0,00002692	0,00241913
5.	1,500	1	2,1	752,0	309,016214	0,00000002	0,00005521	0,00354593
6.	1,800	1	3,6	2798,0	181,825183	0,00000006	0,00023311	0,00501378
7.	2,100	1	7,5	10127,0	88,465537	0,00000022	0,00095024	0,00699141
8.	2,400	1	9,8	21366,0	69,251640	0,00000048	0,00225573	0,00873435
9.	3,000	1	11,5	39852,0	60,154577	0,00000092	0,00467857	0,01250254
10.	3,300	1	13,0	50678,0	54,822056	0,00000120	0,00664013	0,02017799
11.	3,600	1	16,5	73212,0	44,584991	0,00000180	0,01066345	0,03132775
12.	3,900	1	19,0	90078,0	40,522594	0,00000231	0,01471214	0,04169740
V a r i a n t a "C-2"								
1.	0,300	1	0,7	76,0	926,963239	0,00000000	0,00000279	0,00059408
2.	0,600	1	1,7	385,0	333,132993	0,00000001	0,00001773	0,00114023
3.	0,900	1	2,5	976,0	285,421057	0,00000002	0,00005437	0,00179433
4.	1,200	1	2,8	1682,0	236,282262	0,00000004	0,00011016	0,00296807
5.	1,500	1	5,5	4538,0	122,027069	0,00000010	0,00034458	0,00452347
6.	1,800	1	8,6	12367,0	80,026464	0,00000028	0,00108331	0,00808402
7.	2,100	1	11,2	37265,0	63,567885	0,00000058	0,00375208	0,01250306
8.	2,400	1	13,8	58143,0	53,818738	0,00000144	0,00671766	0,01831039
9.	2,700	1	16,4	72559,0	46,659335	0,00000185	0,00942258	0,02684782
10.	3,000	1	17,3	84176,0	46,672864	0,00000227	0,01249560	0,03881904
11.	3,300	1	19,2	96121,0	43,650665	0,00000269	0,01534973	0,05333413
12.	3,600	1	23,1	129766,0	38,569157	0,00000385	0,02482603	0,06909153

Tabelul 7.16

Nr. crt.	U kV	E keV/cm	h min	n imp/30 sec	q C.10 <sup>12</sup>	I A	P <sub>DP</sub> W	P <sub>d</sub> W
V a r i a n t a "C-3"								
1.	0,300	1	1,0	128,0	649,364925	0,00000000	0,00000470	0,00078112
2.	0,600	2	2,3	1187,0	286,048681	0,00000003	0,00005522	0,00135156
3.	0,900	3	4,2	3228,0	158,192917	0,00000007	0,00018199	0,00226956
4.	1,200	4	6,0	5690,0	112,837026	0,00000013	0,00038135	0,00480878
5.	1,500	5	9,6	15520,0	74,663975	0,00000037	0,00125857	0,00924748
6.	1,800	6	10,8	36994,0	69,986798	0,00000098	0,00355901	0,01489143
7.	2,100	7	12,8	52460,0	62,694921	0,00000140	0,00595368	0,02267355
8.	2,400	8	16,4	72500,0	50,539624	0,00000200	0,00934306	0,03143813
9.	3,000	9	17,5	87320,0	48,838957	0,00000249	0,01266527	0,04193922
10.	3,300	10	19,8	107523,0	44,988156	0,00000319	0,01760853	0,05467934
11.	3,600	11	20,6	121358,0	44,054961	0,00000367	0,02180587	0,06951845
12.	3,900	12	23,4	136759,0	40,030510	0,00000427	0,02717498	0,08579994
V a r i a n t a "C-4"								
1.	0,300	1	0,8	92,0	813,089903	0,00000000	0,00000254	0,00044024
2.	0,600	2	2,2	875,0	302,972153	0,00000002	0,00003299	0,00087664
3.	0,900	3	5,2	3981,0	128,047810	0,00000009	0,00018744	0,00156578
4.	1,200	4	7,4	9967,0	91,621181	0,00000023	0,00057340	0,00323949
5.	1,500	5	10,2	33386,0	71,443711	0,00000081	0,00240847	0,00698088
6.	1,800	6	14,0	60078,0	59,284541	0,00000166	0,00564144	0,01811366
7.	2,100	7	17,2	84215,0	51,621600	0,00000249	0,00951715	0,02669552
8.	2,400	8	20,2	110259,0	45,686757	0,00000339	0,01439033	0,03636173
9.	2,700	9	23,0	129372,0	42,152323	0,00000418	0,01950501	0,04815893
10.	3,000	10	24,2	143856,0	40,876836	0,00000474	0,02414998	0,06133606
11.	3,300	11	25,6	156423,0	39,419661	0,00000526	0,02902096	0,07806879
12.	3,600	12	26,8	162159,0	38,339025	0,00000555	0,03298830	0,09697930
13.	3,900	13	27,5	168822,0	37,739164	0,00000584	0,03716724	0,11589771
14.	4,200	14						
15.	4,500	15						



Tabelul 7.17

Nr. crt.	U kV	E kV/cm	h mm	n imp/30 sec	q C.10 <sup>-12</sup>	I A	P <sub>DP</sub> W	P <sub>d</sub> W
V a r i a n t a "D-1"								
1.	0,300	1	0,7	76,0	922,916020	0,00000000	0,00000347	0,00113818
2.	0,600	2	1,4	235,0	462,296473	0,00000001	0,00001291	0,00167797
3.	0,900	3	1,9	562,0	343,714364	0,00000001	0,00003633	0,00233870
4.	1,200	4	2,3	715,0	286,254549	0,00000002	0,00005326	0,00326277
5.	1,500	5	2,4	1217,0	277,146461	0,00000003	0,00010303	0,00531753
6.	1,800	6	3,9	3676,0	172,023770	0,00000008	0,00034877	0,00812407
7.	2,100	7	9,6	15724,0	70,724771	0,00000036	0,00166079	0,01037930
8.	2,400	8	10,7	32168,0	64,639784	0,00000074	0,00577576	0,01455196
9.	2,700	9	12,6	46259,0	55,916299	0,00000109	0,00599189	0,01920130
10.	3,000	10	15,2	63123,0	47,865987	0,00000153	0,00909288	0,02575021
11.	3,300	11	17,7	77242,0	42,631252	0,00000194	0,01236406	0,03463973
12.	3,600	12						
13.	3,900	13						
14.	4,200	14						
15.	4,500	15						
V a r i a n t a "D-2"								
1.	0,300	1	0,8	97,0	810,698219	0,00000000	0,00000356	0,00080085
2.	0,600	2	1,5	225,0	433,156371	0,00000000	0,00001034	0,00128327
3.	0,900	3	1,9	452,0	345,926417	0,00000001	0,00002521	0,00196509
4.	1,200	4	2,2	880,0	300,577451	0,00000002	0,00005761	0,00281300
5.	1,500	5	3,0	2782,0	224,621871	0,00000006	0,00021210	0,00469598
6.	1,800	6	8,5	14567,0	80,069105	0,00000033	0,00126186	0,00763569
7.	2,100	7	12,6	42725,0	55,886610	0,00000100	0,00425476	0,01044543
8.	2,400	8	15,3	58163,0	48,472884	0,00000144	0,00671034	0,01648461
9.	2,700	9	16,6	67028,0	46,178931	0,00000171	0,00871976	0,02569030
10.	3,000	10	17,8	77984,0	44,498113	0,00000206	0,01135600	0,03554373
11.	3,300	11	19,1	90626,0	42,216619	0,00000244	0,01446814	0,04555920
12.	3,600	12	19,8	98422,0	41,014408	0,00000266	0,01695509	0,05774047
13.	3,900	13						
14.	4,200	14						
15.	4,500	15						

Tabelul 7.18

Nr. crt.	U kV	E kV/cm	h mm	n imp/30 sec	q C.10 <sup>-12</sup>	I A	P <sub>DP</sub> W	P <sub>d</sub> W
V a r i a n t a "D-3"								
1.	0,300	1.			463,850152	0,00000000	0,00000808	0,00088549
2.	0,600	2.	1,4	220,0	363,064509	0,00000001	0,00002971	0,00136767
3.	0,900	3.	1,8	643,0	214,868295	0,00000006	0,00016125	0,00276544
4.	1,200	4.	3,1	2853,0	98,416665	0,00000019	0,00055671	0,00514615
5.	1,500	5.	7,0	8163,0	78,925492	0,00000042	0,00142901	0,00965194
6.	1,800	6.	9,2	17395,0	70,046192	0,00000097	0,00370210	0,01576556
7.	2,100	7.	10,9	38096,0	54,951373	0,00000165	0,00698726	0,02378909
8.	2,400	8.	14,7	61164,0	44,158066	0,00000256	0,01240613	0,03617225
9.	2,700	9.	19,4	93093,0	45,465093	0,00000354	0,01800189	0,05514978
10.	3,000	10.	20,6	113260,0	43,061748	0,00000436	0,03403678	0,08223603
11.	3,300	11.	23,1	131435,0	45,699010	0,00000530	0,03149239	0,12882502
12.	3,600	12.	24,2	143827,0	51,445782	0,00000672	0,04274984	0,20269156
13.	3,900	13.	25,3	154831,0				
14.	4,200	14.						
15.	4,500	15.						
V a r i a n t a "D-4"								
1.	0,300	1.			594,088236	0,00000000	0,00000491	0,00050368
2.	0,600	2.	1,1	177,0	289,045107	0,00000002	0,00003482	0,00098277
3.	0,900	3.	2,3	925,0	126,468027	0,00000012	0,00025197	0,00224327
4.	1,200	4.	5,5	5123,0	72,145707	0,00000086	0,00218369	0,00579610
5.	1,500	5.	10,3	34632,0	48,602982	0,00000225	0,00668952	0,00936488
6.	1,800	6.	16,8	82758,0	41,532957	0,00000385	0,01305786	0,01305909
7.	2,100	7.	22,2	125176,0	40,302002	0,00000474	0,01811456	0,03154703
8.	2,400	8.	24,3	145324,0	39,157701	0,00000572	0,02424898	0,04812261
9.	2,700	9.	26,9	162783,0	40,335637	0,00000634	0,02959039	0,06931655
10.	3,000	10.	27,7	170245,0	39,678495	0,00000698	0,03552149	0,08789067
11.	3,300	11.	28,8	183167,0	39,749270	0,00000732	0,04034622	0,11362257
12.	3,600	12.	29,3	188429,0	39,890661	0,00000767	0,04557112	0,14020923
13.	3,900	13.	29,8	193624,0	39,427977	0,00000796	0,05064655	0,16980999
14.	4,200	14.	30,5	193624,0				
15.	4,500	15.						

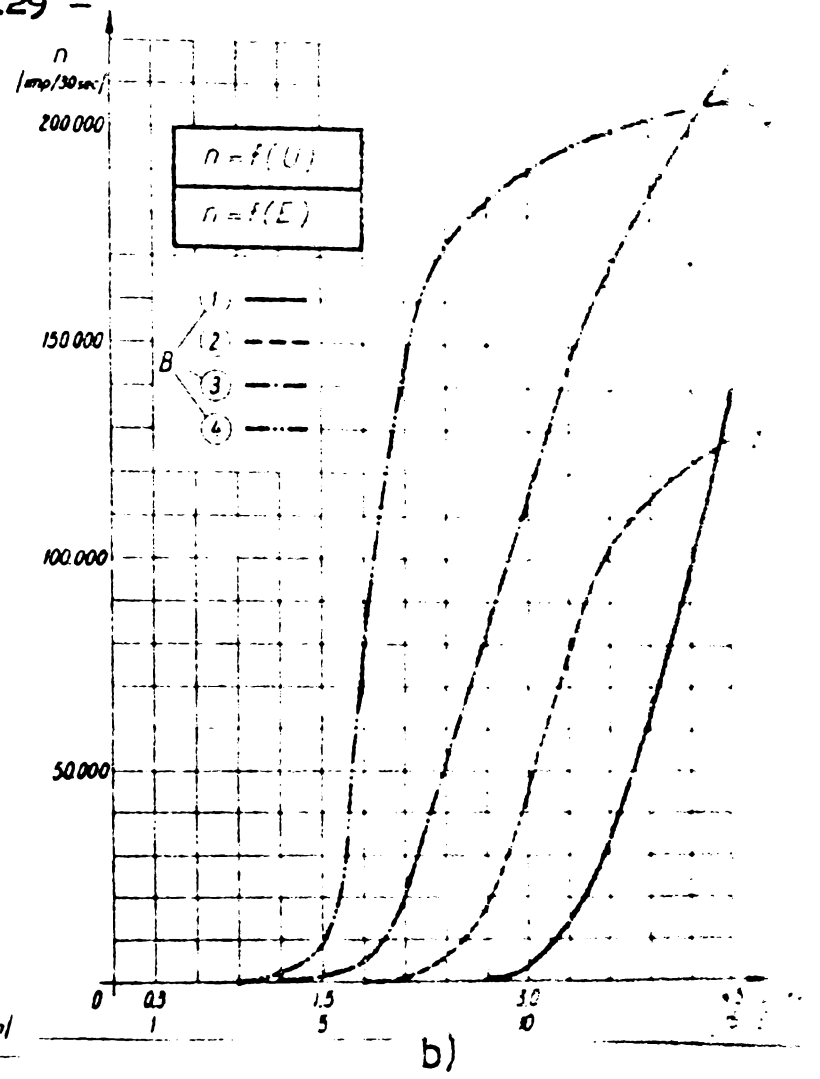
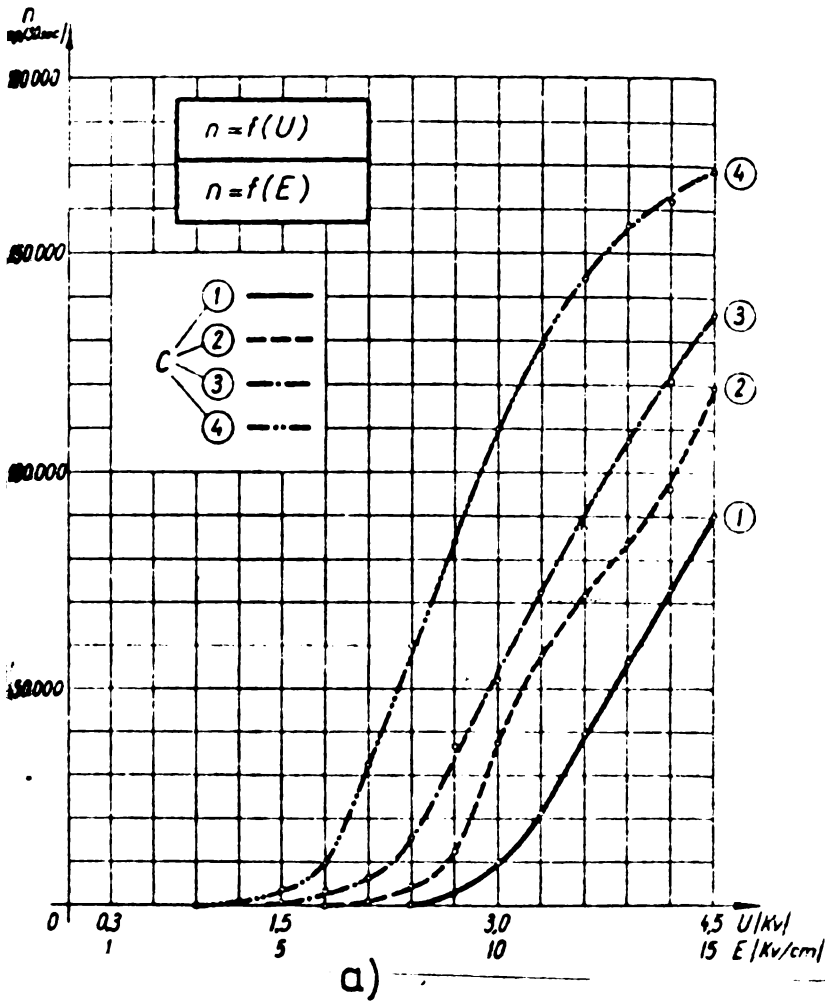


Fig.7.13 a,b. Dependente ale numărului de descărcări parțiale ( $n$ ), în masa de semințe de tensiunea și intensitatea câmpului electric.

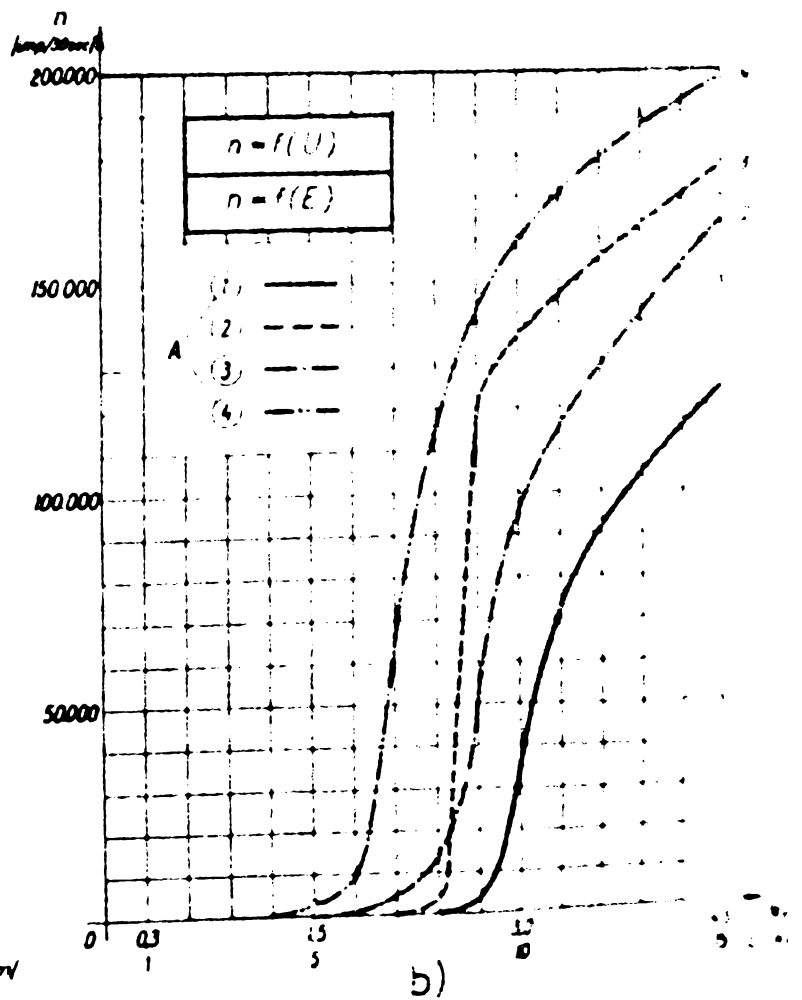
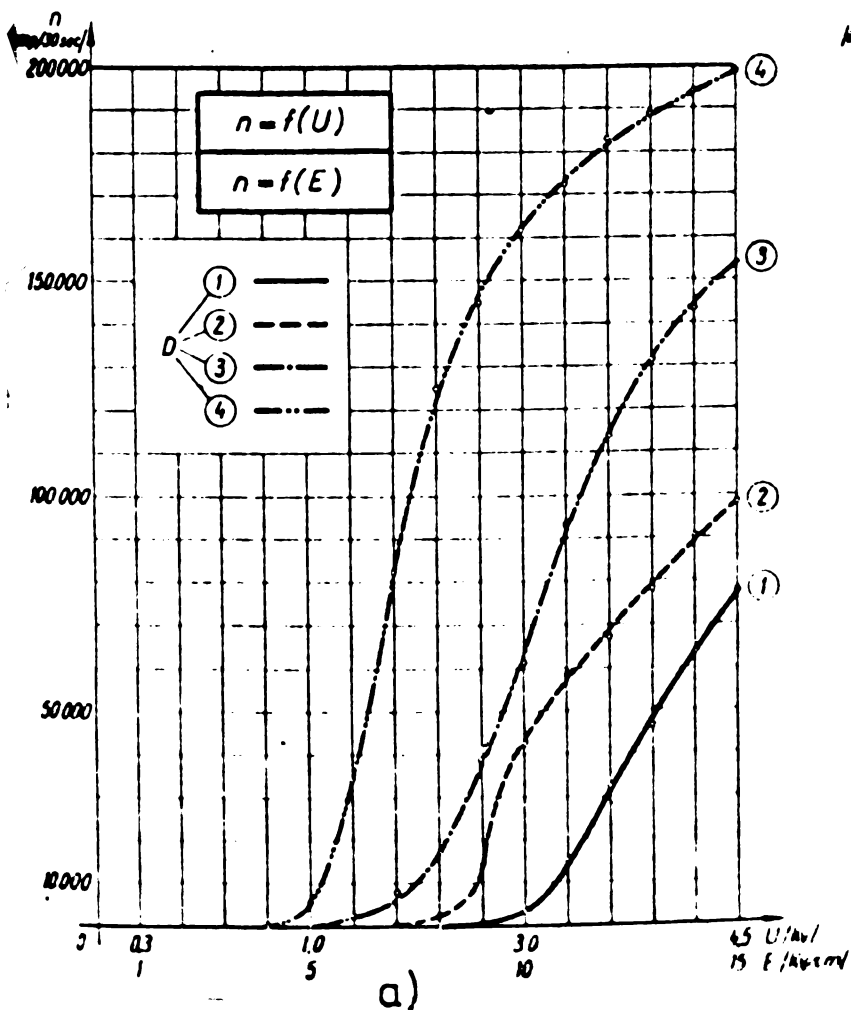


Fig.7.14 a,b. Dependente ale numărului de descărcări parțiale ( $n$ ), în masa de semințe, de tensiunea și intensitatea câmpului electric.

din fig.7.6, variază pentru probele analizate între zero și peste 200.000 (tab.7.11-7.18). Apariția lor este strâns legată de caracteristicile masei de semințe (umiditate). Pe măsură ce umiditatea crește, descărcările parțiale sînt puse în evidență la valori mai mici ale tensiunii de alimentare a celulei de tratare. S-a pus în evidență, de asemenea, o dependență a numărului de descărcări și între variante, dar cea mai importantă dependență, după cum se observă din figura 7.13 a,b și din figura 7.14 a,b este în funcție de umiditatea semințelor.

Se observă, de asemenea, că punctul de curbură maximă a dependenței  $n = f(U)$ , din zona de început al curbei, corespunde cu valoarea intensității cîmpului, la care s-a obținut efectul biologic optim, și sporurile maxime de producție pe loturile experimentale. Determinarea punctului de curbură maximă poate constitui o metodă de determinare a parametrilor optimi de tratare a semințelor, în funcție de caracteristicile lor.

Numărul mare de descărcări, ce au loc în masa semințelor produse, după părerea noastră, acea stare ionizantă a mediului, generează factorii ionizanți - în masa de semințe, în semințe însăși - răspunzători de accelerarea proceselor biologice ce se petrec în semințe.

Pentru a ilustra forma și mărimile semnalelor luminoase de pe ecranul osciloscopului, prezentăm în figura 7.15 a,b,c,d,e,f,g,h, oscilogramele pentru varianta B, cu umiditatea 4, la valori ale intensității cîmpului electric, între 5-15 kV/cm.

Folosind raportul de reducere a semnalului luminos, s-a reușit să se urmărească forma și mărimea semnalului pe toată gama tensiunilor de alimentare a bornelor celulei de tratare. Forma oscilogramei, specifică descărcărilor electrice parțiale în dielectricii organici cu alveole, arată mediul puternic ionizat, de asemenea faptul că la valori ridicate ale intensității cîmpului electric au loc străpingeri în masa semințelor.

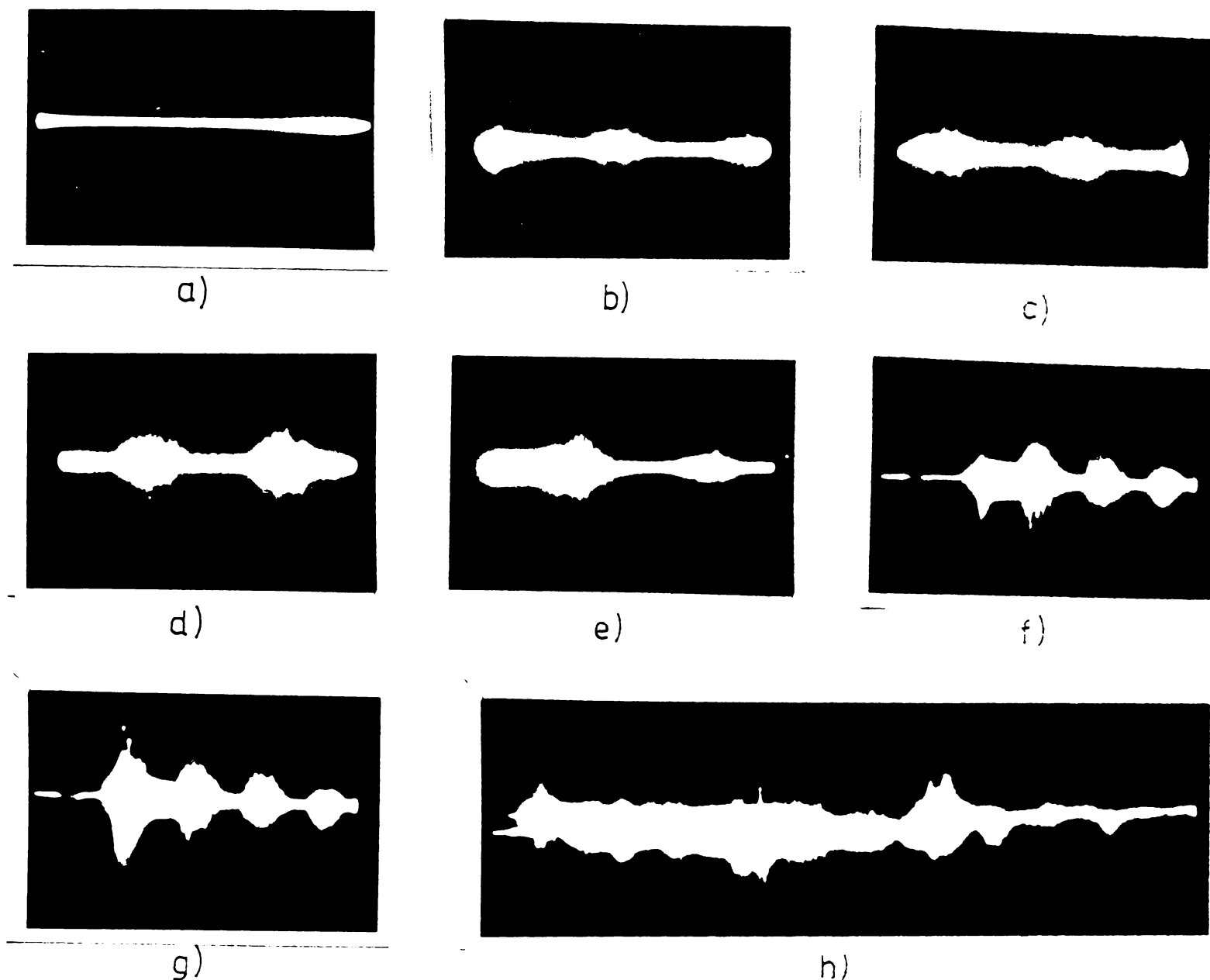


Fig.7.15 a,b,c,d,e,f,g,h. Oscillograme reprezentînd procesul de descărcări parțiale în masa de semințe supusă tratării în instalația din figura 7.6.

7.4.4.2. Dependența puterii prin descărcări parțiale ( $P_{pp}$ ) de intensitatea ( $E$ ) și de timpul de acțiune al cîmpului electric.

Folosind relațiile și programul de calcul prezentat în figura 7.8, s-a determinat puterea absorbită prin descărcări parțiale, de masa de semințe supusă tratării în cîmpul electromagnetic.

După cum se observă din figura 7.16 a,b,c,d puterea cheltuită prin descărcări parțiale crește pe măsura ridicării tensiunii la bornele celulei de tratare sau intensității cîmpului electric. Mărimea ei este dependentă și de umiditatea semințelor; este cu atât mai mare cu cît umiditatea masei de semințe este mai mare.

YALINE VITTA  
VITTA  
VITTA

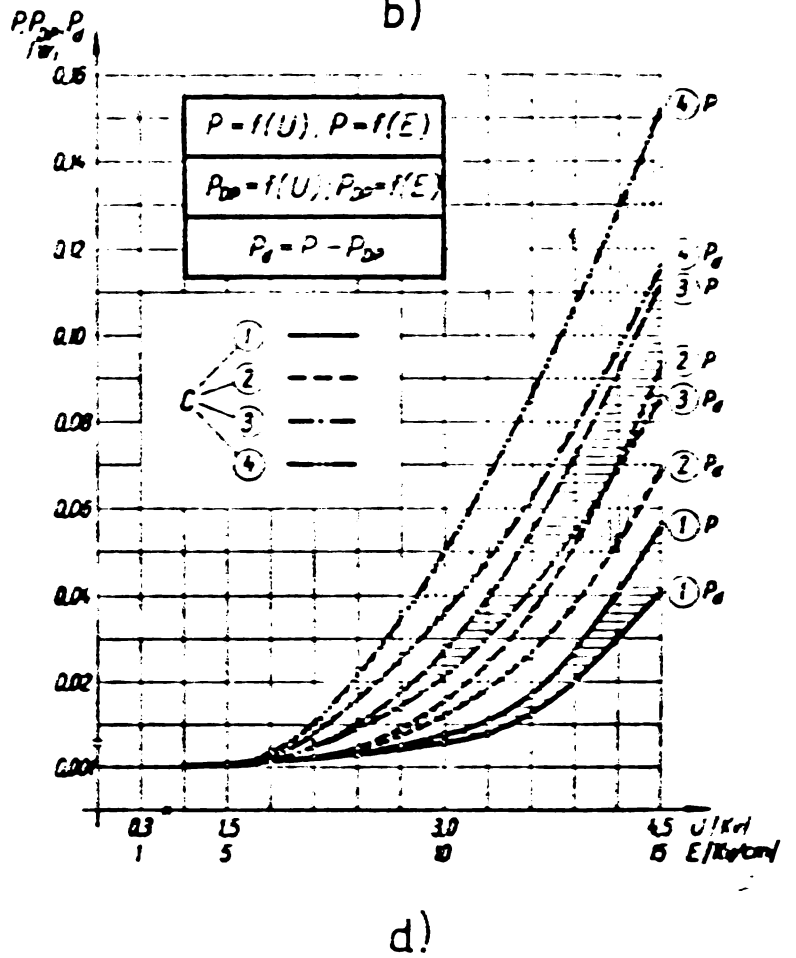
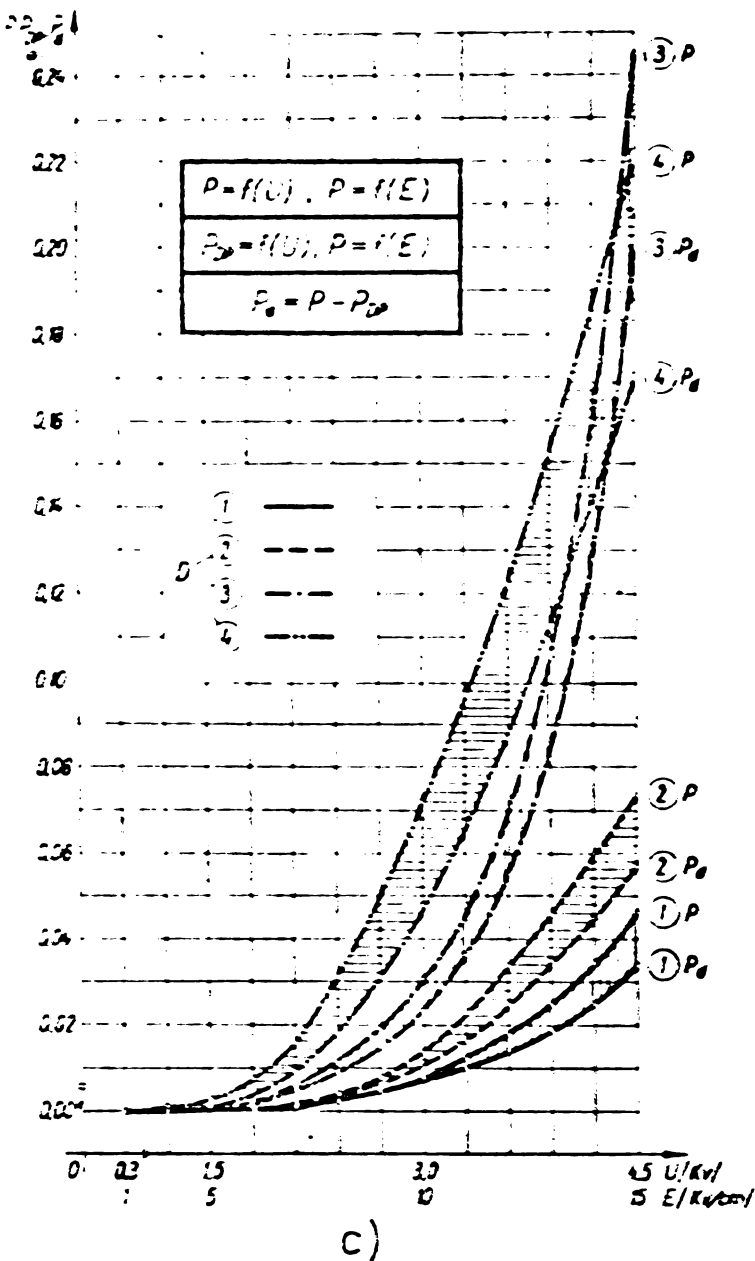
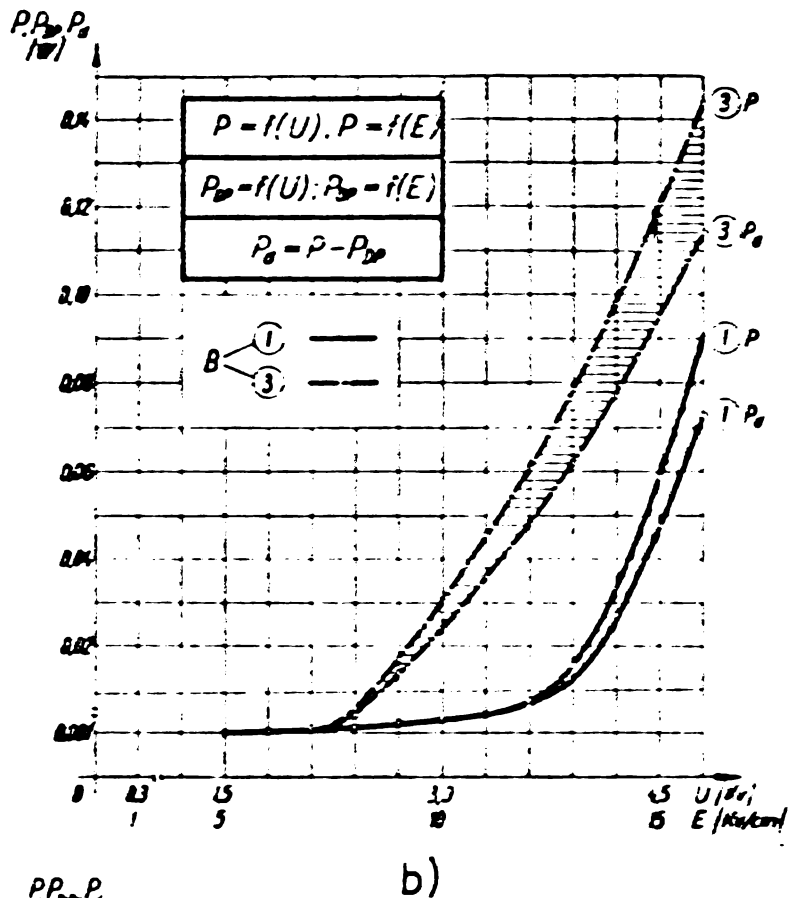
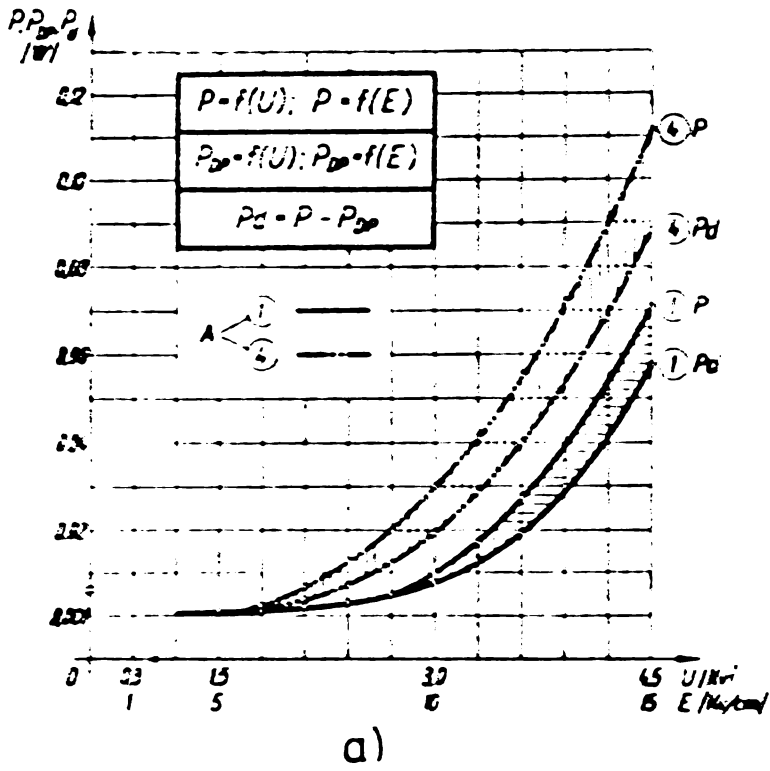


Fig.7.16 a,b,c,d,Dependente ale puterilor pierdute in masa de seminte, functie de tensiunea și intensitatea cimpului electric.

Pierderile prin descărcări parțiale ( $P_{DP}$ ), împreună cu pierderile în dielectric ( $P_D$ ), formează pierderile totale ( $P$ ) în masa de seminte. Aceste mărimi se arată în [105,106], se vor utiliza în determinarea principalilor parametri ai instalației pentru tratarea semințelor.

## C a p i t o l u l 8

### REZULTATE EXPERIMENTALE PRIVIND INFLUENȚA CIMPULUI ELECTROMAGNETIC ASUPRA GERMINATIEI SEMINTELOR SI PRODUCTIEI PLANTELOR CEREALIERE SI LEGUMINOASE<sup>x</sup>

#### 8.1. Metodologia experimentării

Pentru punerea în evidență a influenței tratării în câmpul electromagnetic a semințelor, s-au organizat experiențe atât de laborator, cât și în câmpuri experimentale - la Stațiunea de cercetări agricole Turda, unitate de cercetare a Academiei de Științe Agricole și Silvicultură, profilată pe producția cerealică - în baza unui contract de cercetare pe perioada 1970-1975, [110].

Alegerea probelor, tehnica experimentului agricol propriu-zis, s-a făcut cu respectarea normelor din acest domeniu de cercetare. În experimentările cu caracter biologic s-au urmărit prin comparație rezultatele obținute de la probele de semințe tratate - la diferite valori ale intensității câmpului electric și de la probele de semințe martor, netratate. Prin aceste experiențe s-a urmărit punerea în evidență a influenței câmpului electromagnetic asupra proceselor biologice ale semințelor, asupra producției plantelor a căror semințe au fost tratate înainte de însămânțare și stabilirea în funcție de aceste efecte, a valorilor optime ale parametrilor tratării semințelor; intensitatea câmpului electric (E) și timpul de expunere (t).

Condițiile de temperatură, sol, îngrășăminte au fost aceleași, de asemenea măsurătorile, recoltarea s-a făcut în același timp, atât pentru probele tratate, cât și pentru cele martor.

---

<sup>x</sup> Rezultatele experimentale sînt măsurate în laboratoarele de specialitate ale Stațiunii de cercetări agricole Turda, ale Institutului agronomic "Dr.P.Groza" din Cluj-Napoca.

Experiențele de câmp pentru determinarea producției (boabe, cantitatea de masă verde), s-au făcut pe diferite soiuri de semințe, raionate în județele din Transilvania, aflate în studiu la Stațiunea de cercetări agricole Turda.

La început s-au folosit pentru experiențe semințe cu același grad de umiditate (necondiționate, umiditate de înmagazinare), ulterior, în special în măsurători, s-a lucrat cu semințe, a căror umiditate a fost condiționată, iar în experiențele cu semințe de legume, s-a introdus încă o variabilă umectarea semințelor, punându-se astfel în evidență rolul important al apei din conținutul semințelor.

De asemenea, s-a urmărit, printr-o experiență și metodă originală, modul cum influențează asupra producției plantelor, îngrășămintele minerale tratate în câmpul electromagnetic, înainte de administrare în sol. S-a apreciat că o influență indirectă asupra semințelor, și anume prin tratarea în câmpul electromagnetic a îngrășămintelor, poate asigura sporuri de producție (masă vegetativă și boabe).

Incercările experimentale, [104] au urmărit să pună în evidență domeniile de intensitate a câmpului electric cu caracter de stimul, dar și de oprimare asupra dezvoltării ulterioare a plantelor, la un timp constant de acțiune a câmpului electromagnetic, și anume 30 de secunde.

## 8.2. Influența câmpului electromagnetic asupra germinăției și producției unor soiuri de porumb

### 8.2.1. Influența câmpului electromagnetic asupra germinăției semințelor și a masei plantelor de porumb HS-105

Influența tratării semințelor de porumb din soiul HS-105 în câmpul electromagnetic, se manifestă prin ritmuri de creștere a masei plantelor și a producției superioare la ha, în comparație cu plantele martor a căror semințe nu au fost tratate.

Puse în condiții identice de germinare, boabele de porumb tratate au ritmuri mai intense de germinăție, iar embrionii lor acumu-



lează o masă vegetativă mai mare, în aceeași perioadă de timp, comparativ cu cea a embrionilor proveniți din semințe netratate, [99]. Pentru ilustrare, prezentăm în tabelul 8.1 și figura 8.1, rezultatele privind germinația și masa plantulelor după 10 zile, la hibridul simplu de porumb HS-105.

Tabelul 8.1

Nr. crt. Varianta	E kV/cm	Germinație %	Greutate la 100 plantule				Semnificația
			Rădăcini		Embrioni		
			g	%	g	%	
0. Porumb HS-105 netratat	0	100	25,0	100,0	12,4	100,0	-
1. Porumb HS-105 tratat I	2	100	31,7	122,0	15,0	126,0	xxx
2. Idem, II	4	100	33,3	131,2	16,2	134,0	xxx
3. Idem, III	6	100	42,9	172,0	22,3	176,0	xxx
4. Idem, IV	8	100	47,1	188,0	30,0	241,9	xxx

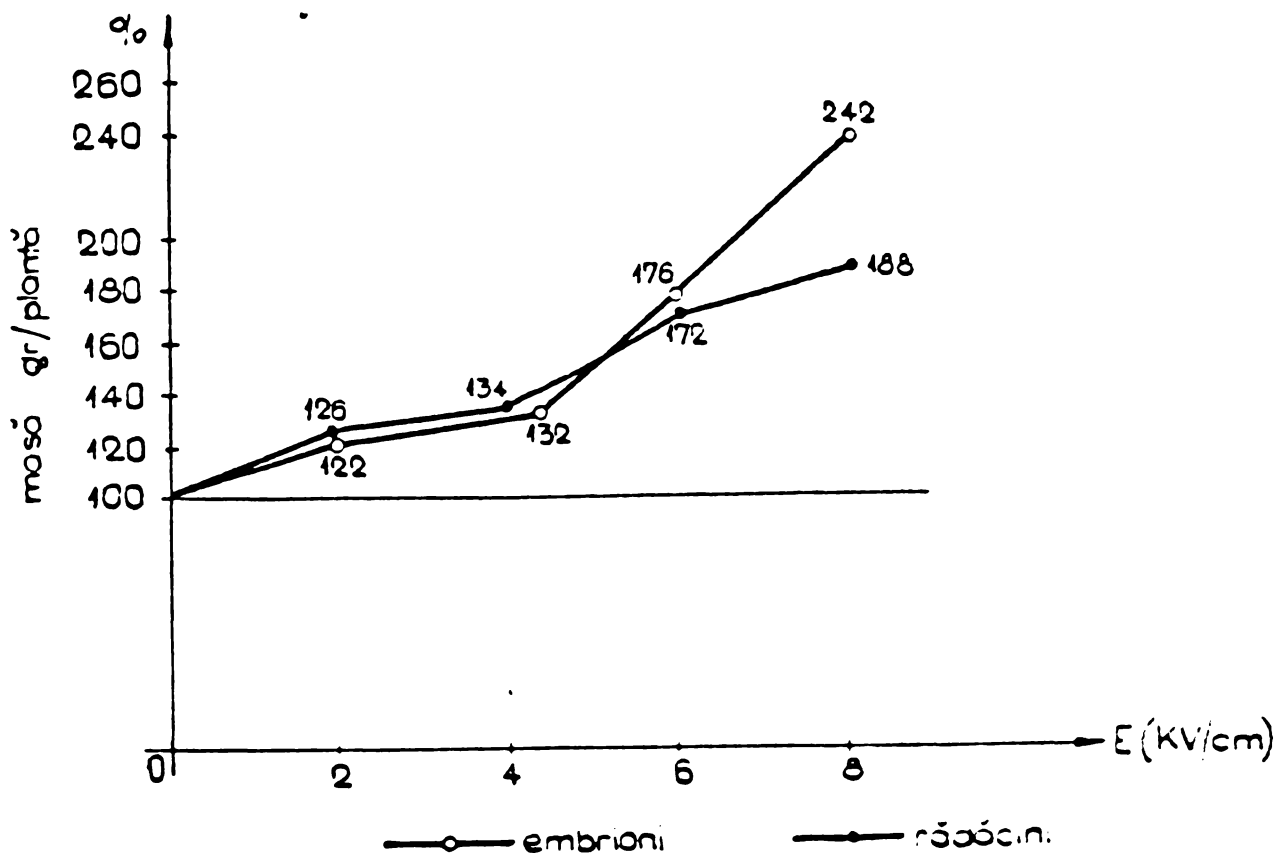
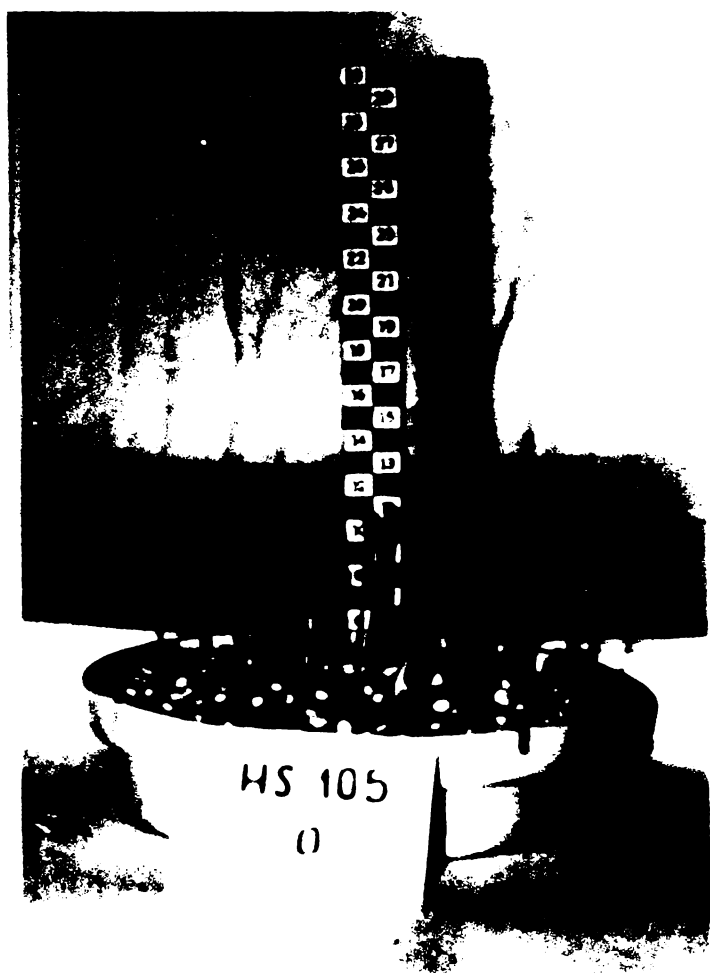
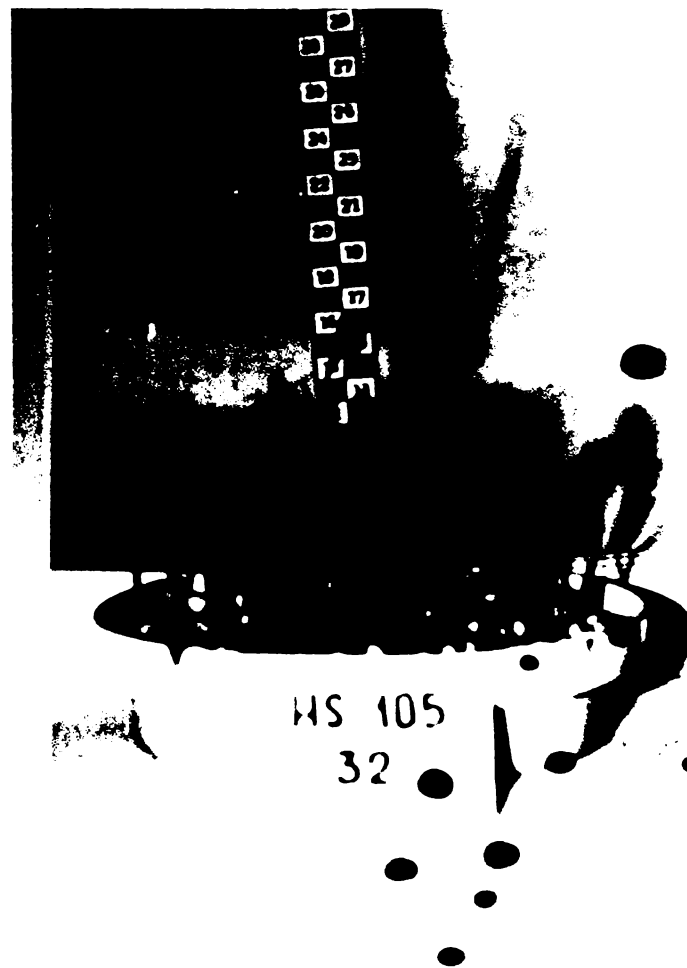


Fig. 8.1. Dependența greutății rădăcinilor și embrionului semințelor de porumb din soiul HS-105 germinate, de intensitatea cîmpului electric (E).

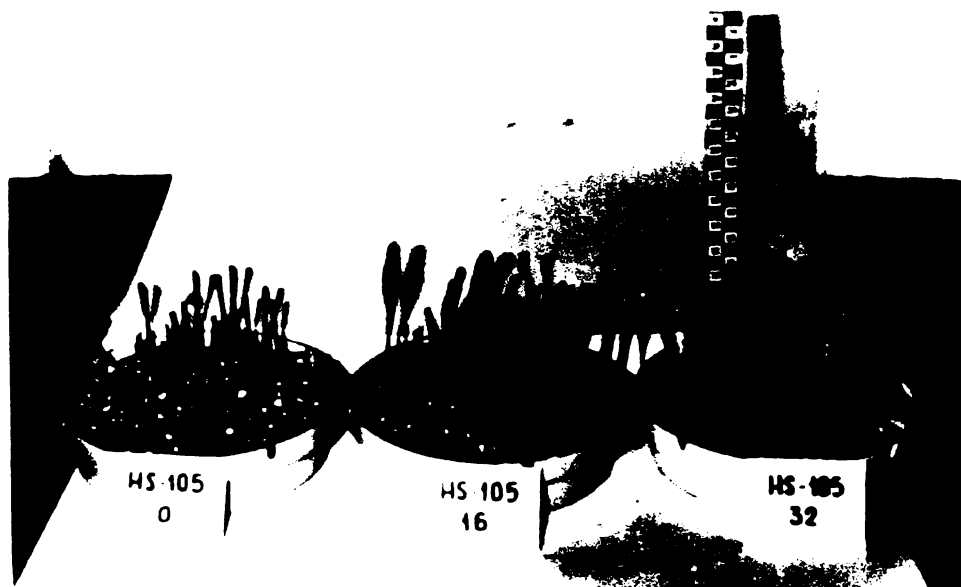
După cum se observă din tabelul 8.1 și din figurile 8.1,8.2,a,b,c la 10 zile de la începutul germinației, masa rădăcinilor a crescut cu 22-88%, iar masa embrionilor a înregistrat creșteri și mai mari, cuprinse între 26-141,9% la semințele de porumb din soiul HS-105 tratate la diferite valori ale intensității câmpului electric față de cele martor, netratate.



a)



b)



c)

Fig.8.2 a,b,c. Starea de vegetație a porumbului HS-105 germinat: a-martor; b-tratat IV (32); c-comparativ,martor (0), tratat III (16), tratat IV (32).

Dezvoltarea mai accentuată a rădăcinilor, a embrionilor, considerăm că va facilita desfășurarea mai intensă a proceselor de creștere a plantelor în prima parte a perioadei de vegetație.

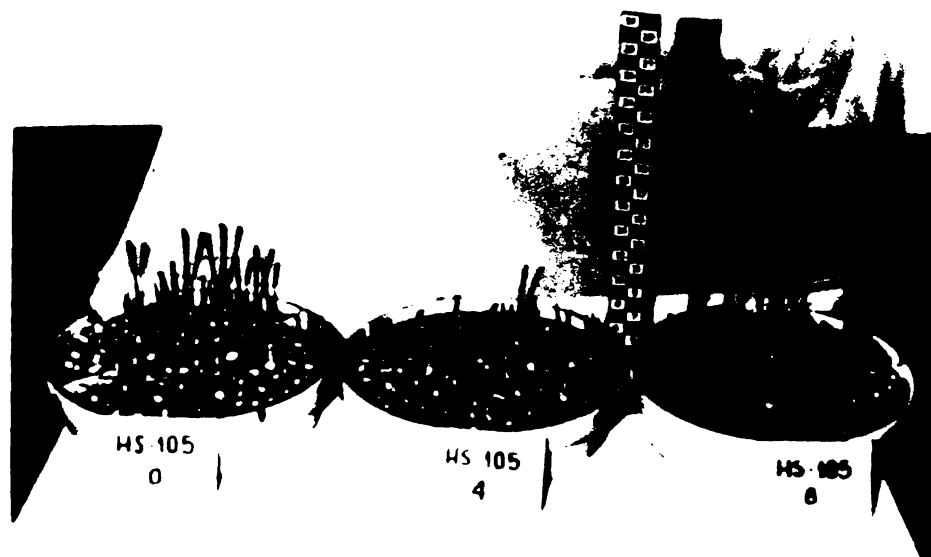


Fig.8.3. Efecte de oprimare a dezvoltării plantulelor de porumb HS-105, la: intensități ridicate ale câmpului:

0-martor (netratat);  
4-tratat ( $E = 14 \text{ kV/cm}$ );  
8-tratat ( $E = 20 \text{ kV/cm}$ ).

În graficul din figura 8.1 este redată creșterea masei rădăcinilor și embrionilor, creșteri semnificative la toate cele 4 valori ale intensității câmpului electric în care s-au tratat semințele de porumb din soiul HS-105.

La valori foarte ridicate ale intensității câmpului electric (peste  $12 \text{ kV/cm}$ ), s-au înregistrat efecte de oprimare a dezvoltării plantelor. În cazul porumbului HS-105, aceste efecte au fost depistate la valorile  $14$  și  $20 \text{ kV/cm}$ . Efecte asemănătoare sînt semnalate și de literatură; prevenirea lor realizîndu-se prin tratări a semințelor la valori optime ale intensității câmpului, valori ce trebuie verificate printr-un mare număr de experiențe de producție. Aceste efecte de stimulare și oprimare au fost puse în evidență și prin sporurile sau diminuările de producție. Iată de ce, în încercările cu caracter experimental se vor folosi cel puțin 4 variante, pe lângă varianta martor, pentru a evidenția rolul intensității câmpului electric asupra

proceselor biologice, asupra producției plantelor.

8.2.2. Influența parametrilor tratării electromagnetice asupra energiei germinative, a numărului de coleoptile ale semințelor de grâu și porumb

În experiențe polifactoriale, s-a urmărit evoluția energiei germinative și a numărului de coleoptile a soiului de grâu T 195, supus influenței câmpului electromagnetic, la intensitățile  $E = 1 - 9$  kV/cm, în timpul de 10-90 sec. În tabelul 8.2 sînt prezentate rezultatele unei experiențe din care se observă creșterea atât a energiei germinative, cît și a numărului de coleoptile la valorile intensității de 3 - 7 kV/cm; în afara acestor valori se remarcă unele scăderi. De asemenea, creșterile maxime ale celor 2 caracteristici urmărite, se regăsesc mai frecvent la timpul de tratare  $t = 20 - 40$  sec. Acest lucru ne-a dat posibilitatea alegerii unui timp de tratare constant ( $t = 30$  sec), valoare ce va fi folosită în experiențele de producție și care poate fi ușor respectată în procesele tehnologice de tratare a semințelor.

Lipsa unei dinamici în desfășurarea rezultatelor, apreciem că se datorește, pe lîngă altele, neuniformităților materialului biologic al semințelor (umiditate, mărime, nivel de coacere etc.).

Analizînd numărul și lungimea rădăcinilor, în a doua zi a urmăririi germinației porumbului (v. tabelul 8.3), se observă o creștere a numărului acestora și a lungimii lor în zona intensităților înalte și a timpului  $t = 20 - 40$  sec.

Numărul și lungimea rădăcinilor fiind mai mare, la plantele a căror semințe au fost tratate față de martor, va favoriza dezvoltarea lor și implicit producția la unitatea de suprafață.

Tabelul 8.2

Varianta	t sec	Energia germinativă (%), prin intensitățile E = 1-9 kV/cm, în a treia zi a experienței								
		E <sub>I</sub> 1 kV/cm	E <sub>II</sub> 2 kV/cm	E <sub>III</sub> 3 kV/cm	E <sub>IV</sub> 4 kV/cm	E <sub>V</sub> 5 kV/cm	E <sub>VI</sub> 6 kV/cm	E <sub>VII</sub> 7 kV/cm	E <sub>VIII</sub> 8 kV/cm	E <sub>IX</sub> 9 kV/cm
		0. Grfu T.195 netratat	68	68	57	68	47	59	69	66
1. Idem, tratat	10	71	77	83	67	54	61	54	78	
2. Idem	20	79	67	73	77	67	84	64	70	
3. Idem	30	69	71	68	74	59	34	83	63	
4. Idem	40	62	83	59	56	68	78	78	64	
5. Idem	50	75	80	70	49	58	67	67	79	
6. Idem	60	70	56	60	71	61	81	73	69	
7. Idem	70	65	50	66	57	62	80	81	80	
8. Idem	80	50	67	64	50	63	67	82	78	
9. Idem	90	51	43	41	25	70	75	74	72	
Numărul de coleoptile										
0. Grfu T.195 netratat	0	12	6	5	8	2	9	6	7	10
1. Idem, tratat	10	23	25	7	26	17	8	31	12	40
2. Idem	20	19	11	11	27	24	24	50	6	29
3. Idem	30	17	14	18	18	41	12	46	24	33
4. Idem	40	15	20	12	23	14	20	42	24	31
5. Idem	50	24	17	16	23	17	22	27	22	35
6. Idem	60	20	12	11	26	22	19	45	29	53
7. Idem	70	15	10	11	27	10	17	42	42	36
8. Idem	80	9	9	14	22	12	30	30	46	39
9. Idem	90	2	6	12	25	8	30	27	33	32

Tabelul 8.3

t	E <sub>I</sub> = 1 kV/cm		E <sub>II</sub> = 2 kV/cm		E <sub>III</sub> = 3 kV/cm		E <sub>IV</sub> = 4 kV/cm		E <sub>V</sub> = 5 kV/cm					
	Nr. de rădăcini cu lungimea de ... cm		Nr. rădăcini cu lungimea de ... cm		Nr. rădăcini cu lungimea de ... cm		Nr. rădăcini cu lungimea de ... cm		Nr. de rădăcini cu lungimea de ... cm					
sec	0,2-0,5	0,5-1	0,2-0,5	0,5-1	0,5-1	1,2	1,5	0,5-0,7	1	1,5	0,5-0,7	1	1,5	2
0	13	12	26	14	15	2	2	51	0	2	19	14	11	
10		14	27	14	2			45	2	2	28	11	4	
20	11	21	34	12	11			48	6	1	14	32	10	
30	-	21	21	21	16	1		44	2	2	12	19	3	
40		17	14	13	10	2		47	3	2	29	14	4	3
50		16	21	6	10			46	4	1	3	23	8	3
60		17	14	4	10			53	13		37	16	4	
70		19	25	4	13	1		24	2	7	15	33	14	
80		9	24	14	7			38	9	5	32	16	2	
90		25	18	13	6			40	16	4		23	2	

t	E <sub>VI</sub> = 6 kV/cm		E <sub>VII</sub> = 7 kV/cm		E <sub>VIII</sub> = 8 kV/cm		E <sub>IX</sub> = 9 kV/cm	
	Nr. de rădăcini cu lungimea de ... cm		Nr. de rădăcini cu lungimea de ... cm		Nr. de rădăcini cu lungimea de ... cm		Nr. de rădăcini cu lungimea de ... cm	
sec	0,5-0,7	1	0,5-0,7	1	0,5-0,7	1	0,5-0,7	1
0	18	23	31	11	16	18	10	14
10	7	25	23	7	13	17	8	16
20	18	25	35	5	23	17	26	13
30	13	14	40	2	7	18	9	10
40	26	19	37	5	17	15	30	19
50	15	4	41	7	5	24	20	18
60	22	11	38	11	22	27	21	19
70	10	14	33	4	8	12	11	13
80	15	13	40	6	21	21	8	17
90	9	13	28	4	18	25	4	23

8.2.3. Durata efectului de stimul al energiei germinative a semințelor de porumb tratate în câmpul electromagnetic

Durata timpului în care se menține efectul de stimul al tratării semințelor în câmpul electromagnetic, a fost determinată într-o experiență de laborator, în care s-au folosit 2 hibrizi de porumb HD-105 și T 2-1. În conformitate cu normele de experimentare s-au pus la germinat semințe tratate și martor, în ziua tratării și apoi după o anumită perioadă, din zece în zece zile. S-a măsurat energia germinativă pe fiecare variantă, care a avut 400 de semințe, în 3 repetiții. Rezultatele pentru fiecare variantă sînt evidențiate în tabelul 8.4.

Tabelul 8.4

Nr. crt.	Varianta	Nr. de zile de la tratare	Parametrii tratamentului		Energia germinativă (valoare medie)	
			$E$ kV/cm	$t$ sec	Porumb HD-105	Porumb T 2-1
1.	Porumb netratat	0	0	0	76	72
2.	Porumb tratat	0	8	30	82	79
3.	Idem	5	8	30	84	83
4.	Idem	10	8	30	83	87
5.	Idem	20	8	30	94	91
6.	Idem	30	8	30	85	80
7.	Idem	40	8	30	80	75
8.	Idem	50	8	30	77	71
9.	Porumb netratat	50	0	0	75	73

Duse la germinat semințele, după un număr de 40-50 de zile de la data tratării lor, așa cum se observă și din tabelul 8.4, energia germinativă este foarte puțin influențată de efectul tratării. Se remarcă evident faptul că cele mai semnificative creșteri (circa 18%), se obțin în cazul punerii la germinat a semințelor după circa 10-20 de zile de la data tratării lor.

8.2.4. Influența cîmpului electromagnetic asupra producției de porumb. Pentru a verifica în condiții de producție influența cîmpului electromagnetic, s-au efectuat experiența în cîmp în anii 1972, 1973, 1974. Se constată o intensificare a proceselor biologice ale plantelor, sub influența tratării în cîmpul electromagnetic, a semințelor exprimate prin sporuri de recoltă, variabile, cuprinse între 333-660 kg/ha la hibridul dublu Hd-98 și între 150-950 kg/ha la hibridul simplu HS-105, în experiențele realizate la Stațiunea de cercetări agricole Turda în anul 1972.

În tabelul 8.5 sînt redate rezultatele obținute la aceeași unitate în anii 1973, 1974 în cazul tratării în cîmpul electromagnetic a semințelor de porumb HS-105.

Tabelul 8.5

Nr. crt. Varianta	E kV/cm	t sec	P r o d u c Ț i a					
			1973			1974		
			kg/ha	Difer. kg.	%	kg/ha	Dif. kg	%
0. Porumb HS-105 netratat	0	0	5967	-	100	5866	-	100
1. Porumb HS-105 tratat I	2	30	6364	397	107	6241	375	106
2. Idem, III	4	30	6109	152	104	5995	129	102
3. Idem, III	6	30	6663	696	112	6266	400	107
4. Idem, IV	8	30	5917	-50	99	5906	40	101

8.3. Influența cîmpului electromagnetic asupra unor soiuri de grîu

Influența cîmpului electromagnetic a fost pusă în evidență și în cazul tratării unor soiuri de grîu.

Rezultatele experimentale în cazul soiurilor de grîu Bezostaia, Favorit, Turda 195 (T 195), tratate cu 7 valori ale intensității, sînt prezentate în tabelul 8.6.



Tabelul 8.6

Nr. crt.	Varianta	E.	Producția pe parcelă	Umiditatea	Producția la ha, cu umiditate 15%	Semnificația
		kV/cm	kg/m <sup>2</sup>	%	kg	
1.	Grfu Bezostaia condiționat, martor (1)	-	0,422	13,1	4832	-
2.	Grfu Bezostaia cond.tratat I	1	0,426	12,9	4953	
3.	Idem, II	2	0,397	13,4	4444	
4.	Idem, III	3	0,360	13,0	4154	
5.	Idem, IV	4	0,525	13,1	6011	xxx
6.	Idem, V	5	0,536	13,3	6045	xxx
7.	Idem, VI	6	0,435	12,9	5058	xx
8.	Idem, VII	7	0,438	13,5	4865	
9.	Grfu Bezostaia cond.martor	-	0,429	13,1	4912	
10.	Grfu Bezostaia necond.tratat I	1	0,396	13,4	4433	
11.	Idem, II	2	0,443	13,0	5111	xx
12.	Idem, III	3	0,408	13,2	4636	
13.	Idem, IV	4	0,456	13,0	5261	xxx
14.	Idem, V	5	0,433	13,2	4920	
15.	Idem, VI	6	0,440	13,3	4962	
16.	Idem, VII	7	0,488	13,3	5504	xxx
17.	Grfu Favorit martor	-	0,382	13,2	4341	
18.	Grfu Favorit tratat I	1	0,378	13,3	4263	
19.	Idem, II	2	0,432	13,4	4836	xx
20.	Idem, III	3	0,525	13,4	5877	xxx
21.	Idem, IV	4	0,475	13,0	5481	xxx
22.	Idem, V	5	0,489	12,9	5686	xxx
23.	Idem, VI	6	0,506	13,4	5664	xxx
24.	Idem, VII	7	0,540	13,3	6090	xxxx
25.	Grfu T.195 martor I	-	0,514	13,1	5885	
26.	Grfu T 195 tratat I	1	0,487	13,2	5534	
27.	Idem, II	2	0,497	13,4	5563	xx
28.	Idem, III	3	0,614	13,0	7085	xxxx
29.	Idem, IV	4	0,633	13,0	7304	xxxx
30.	Idem, V	5	0,500	13,2	5682	xx
31.	Idem, VI	6	0,599	13,0	6911	xxxx
32.	Idem, VII	7	0,566	13,4	6336	xxx
33.	Grfu T 195 martor II	-	0,466	13,0	5377	

Se remarcă faptul că sporurile de producție sînt mai frecvente în domeniul valorilor mai ridicate ale intensității cîmpului electric, de asemenea, sporuri ce diferă de la soi la soi. Cele mai mari sporuri, creșteri de producție pînă la aproape 2000 kg/ha față de martor, au fost înregistrate în cazul tratării în cîmpul electromagnetic a semințelor de grîu din soiul T 195, iar soiul Favorit a înregistrat sporuri ce depășesc 1700 kg/ha față de martori lor netratați. După cum se observă, au fost obținute și recolte sub producția probei martor, fapt ce a necesitat o amplă verificare a influenței cîmpului electromagnetic în condiții de experiment în laborator și în cîmp. Numărul mare de experiențe realizate în condiții de producție utilizarea unei game mari a valorilor intensității cîmpului electric (între 1 - 7 kV/cm), ne dă posibilitatea să evidențiem acțiunea de stimul asupra diferitelor soiuri de semințe.

#### 8.4. Acțiunea cîmpului electromagnetic asupra cîtorva specii de leguminoase pentru boabe: soia (Soia hyspida) și fasole (Faseolus vulgaris)

Leguminoasele pentru boabe supuse acțiunii cîmpului electromagnetic, au înregistrat o intensificare a ritmului de creștere într-o măsură mai accentuată decît în cazul tratării gramineelor. S-a pus în evidență o creștere mai importantă, în aceeași perioadă de timp cu a probelor martor, a masei platulelor și a embrionilor variantelor tratate și însemnate sporuri de producție.

Utilizînd 8 valori ale intensității cîmpului în tratarea semințelor de fasole din soiul F 416, s-a înregistrat o însemnată accelerare a ritmului de dezvoltare a masei plantulelor, cuprinsă între 7 și 45% în cazul embrionilor și între 25 și 200% în cazul rădăcinilor. În mod cu totul particular, s-a obținut, la valoarea intensității  $E = 4$  kV/cm, o creștere a masei rădăcinilor de peste 500%, iar la intensitățile de 6 și 7 kV/cm o depresiune a creșterii rădăcinilor cu 40-50% față de martor, în primele 10 zile după germinație(fig.8.5).

Intr-o altă experiență, în câmpul experimental s-a urmărit acțiunea tratării în câmpul electromagnetic, asupra producției de fasole la soiul F 416, obținându-se un spor de producție între 7 și 18% pentru cele 4 valori ale intensității câmpului electric utilizat (fig.8.6).

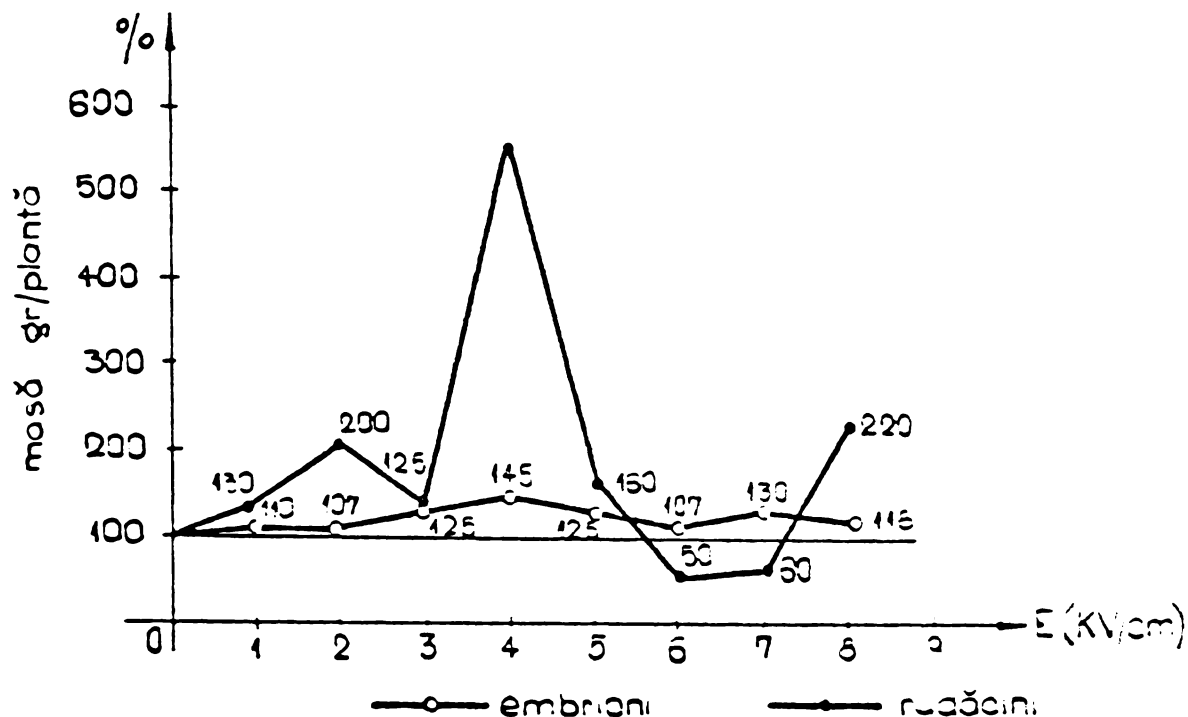


Fig.8.5. Dependența masei plantulelor (F 416) de intensitatea (E) a câmpului electric.

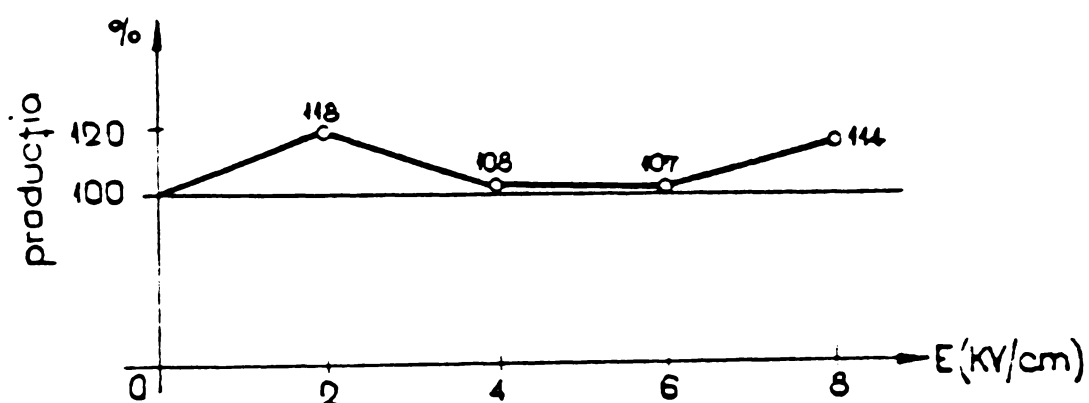


Fig.8.6. Dependența producției soiului F 416 de intensitatea (E) a câmpului electric.

Efecte de stimul al proceselor biologice, al producției, s-au obținut și în cazul tratării în câmpul electromagnetic a semințelor de soia.

După cum se observă din tabelul 8.7, sporurile de recoltă sînt cuprinse între 3 și 12%, în experiențele de producție realizate în anii 1973, 1974, ele se regăsesc la valori mai ridicate ale cîmpului electric (peste 6 kV/cm).

Tabel 8.7

Nr. crt.	Varianta	E kV/cm	Producția pe ani						Media		
			1972			1974			1973 - 1974		
			kg/ha	Dif.	%	kg/ha	Difer.	%	kg/ha	Dif.	%
1.	Soia netratată	0	1382	-	100	1180	-	100	1281	-	100
2.	Soia tratată I	2	1424	42	103	1100	-80	93	1262	-19	98
3.	Idem, II	4	1427	45	103	1202	22	102	1314	33	103
4.	Idem, III	6	1518	136	110	1212	32	103	1354	75	106
5.	Idem, IV	8	1543	161	112	1269	109	109	1416	135	110

8.5. Influența îngrășămintelor minerale tratate în cîmpul electromagnetic, asupra dezvoltării și producției plantelor de ovăz, porumb și soia

Am presupus posibilă și o influență indirectă a cîmpului electromagnetic asupra dezvoltării plantelor, și anume prin tratarea sau așa-zisa "îmbogățirea îngrășămintelor" chimice în cîmpul electromagnetic, înainte de administrare în sol. În experiențele realizate am supus acțiunii cîmpului electromagnetic îngrășămintele chimice pe bază de azot (N), potasiu (K), fosfor (P), care au fost aplicate apoi sub formă monofactorială, bifactorială și îngrășămint combinat (N, K și P), aceluiași tip de sol pe care s-a cultivat în condiții de producție, ovăz. S-a ales ca plantă de experiență ovăzul, deoarece el prezintă cea mai mare sensibilitate la influența îngrășămintelor.

Condițiile experimentului agricol nu au diferit de cele obișnuite, comune specificului productiv.

În figurile 8.7 a,b,c; 8.8 a,b,c și 8.9 este reprezentată influența îngrășămintelor tratate la diferite valori ale intensității cîmpului electric, asupra înălțimii "h" în cm, a plantelor de ovăz,

față de înălțimea plantelor martor cultivate în aceleași condiții agrotehnice. De asemenea, în figura 8.10 a,b și în figura 8.11 a,b sînt redată creșterile relative față de martor, a masei vegetative (curbele 1) și a masei radiculare (curbele 2).

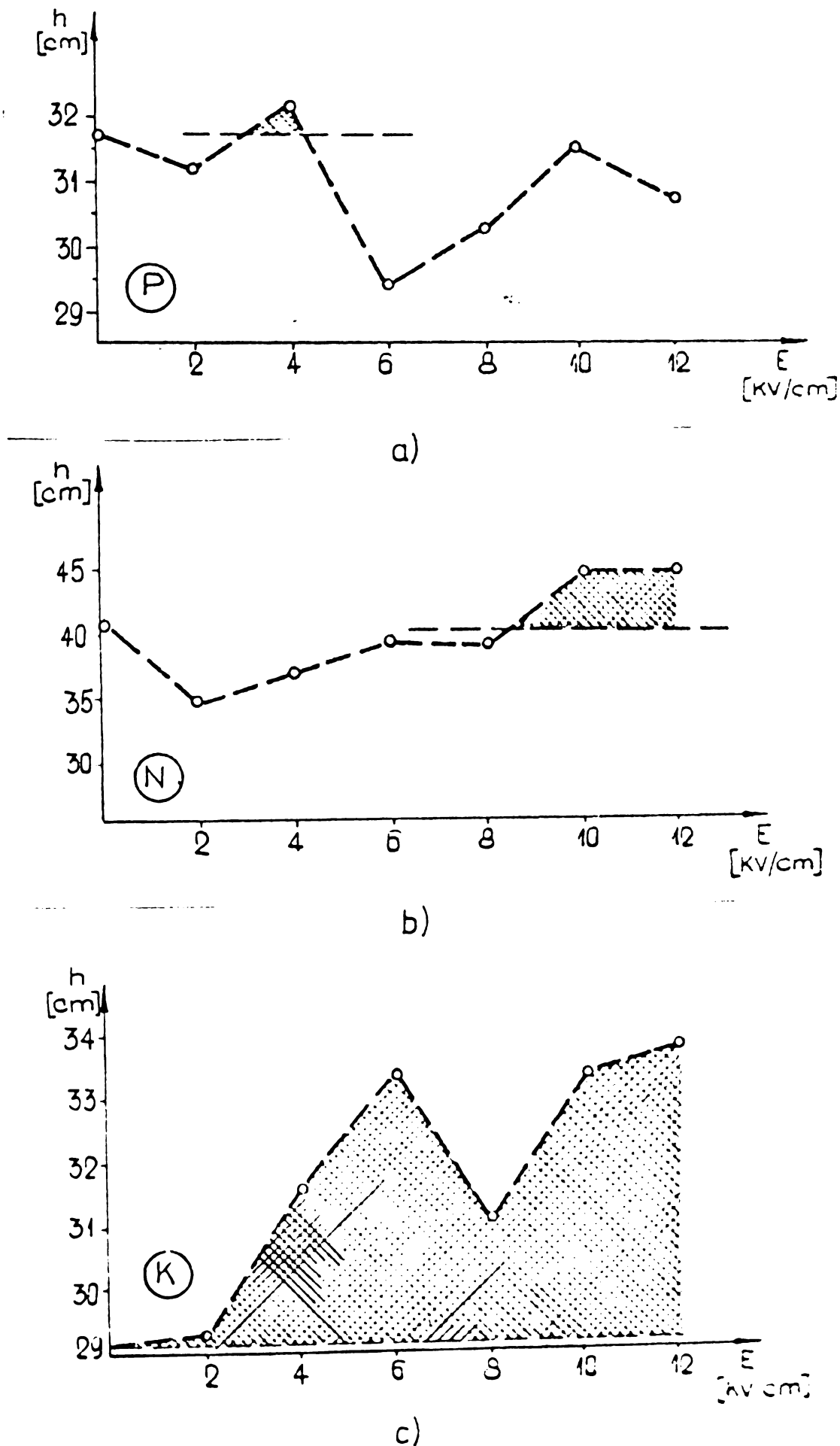


Fig.8.7 a,b,c. Dependența înălțimii plantelor, în cm, de valorile intensității E a cîmpului electric, în care s-au tratat îngrășămintele: a) fosfor; b) azot; c) potasiu.

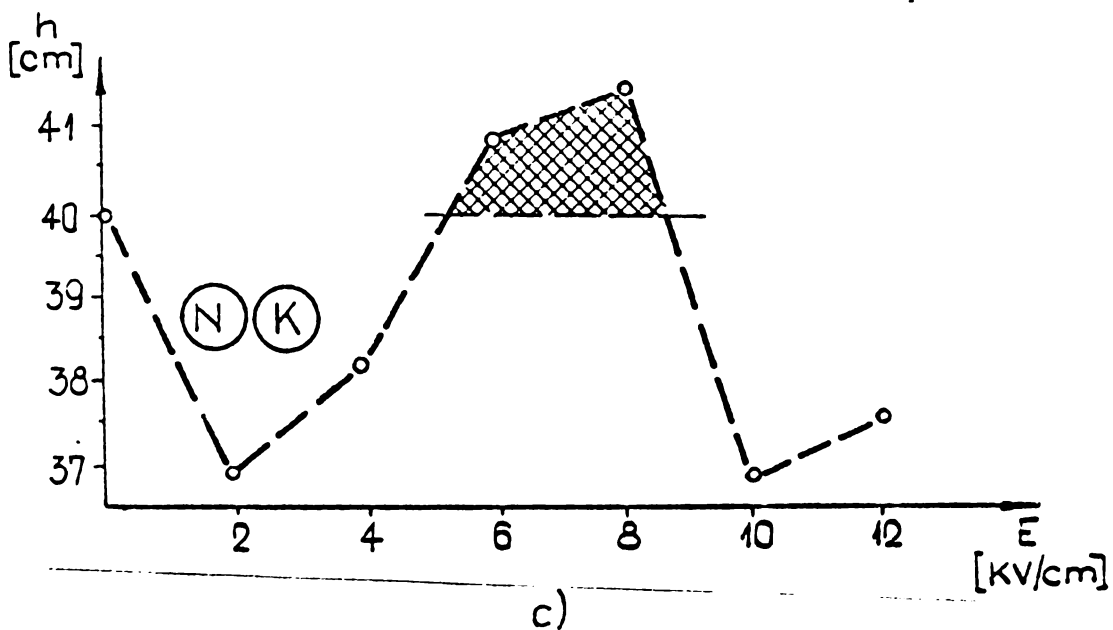
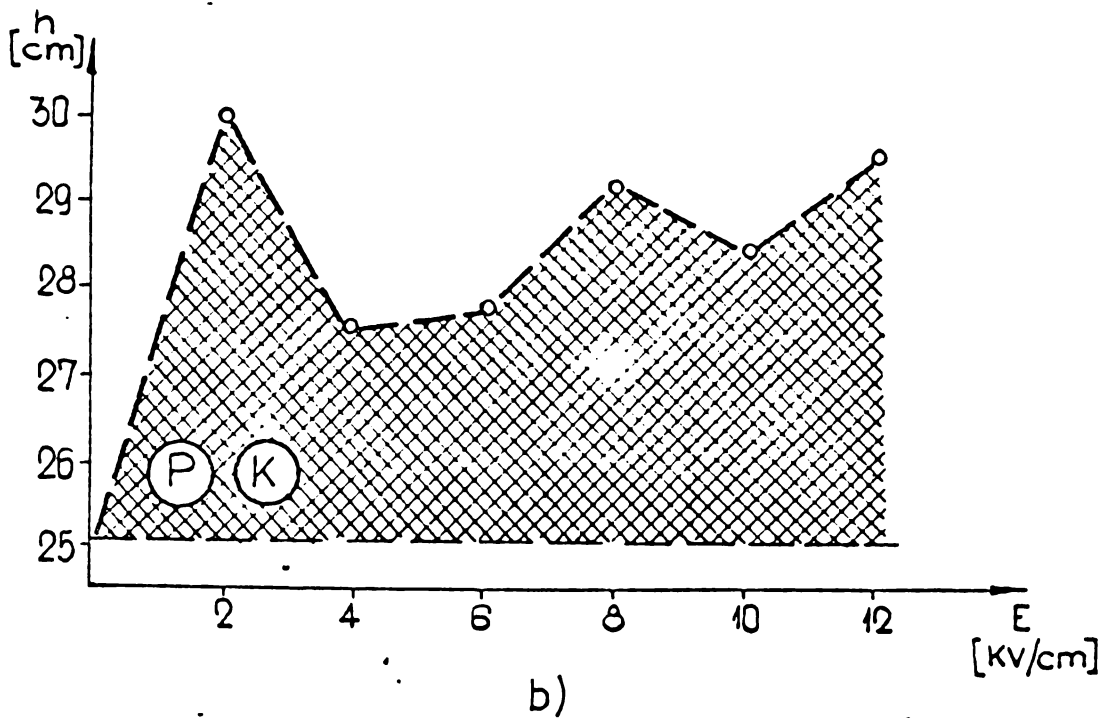
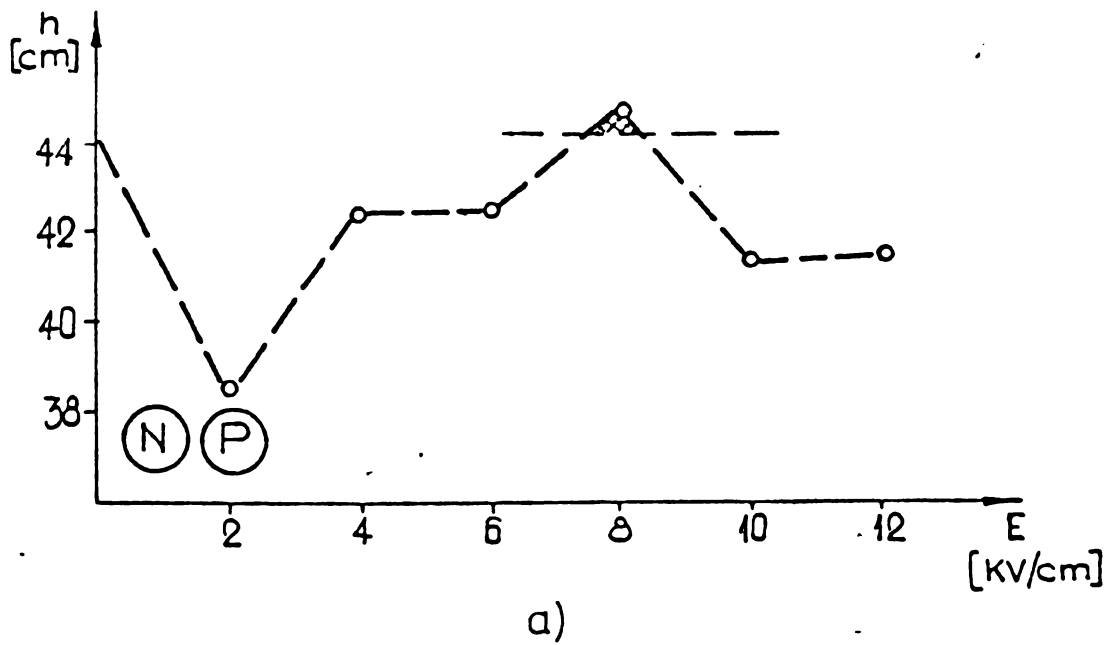


Fig.8.8,a,b,c. Dependența înălțimii plantelor, în cm, de valorile intensității  $E$  a câmpului electric, în care s-au tratat îngrășămintele: a) îngrășăminte azot-fosfor; b) îngrășăminte fosfor-potasiu; c) îngrășăminte azot-potasiu.

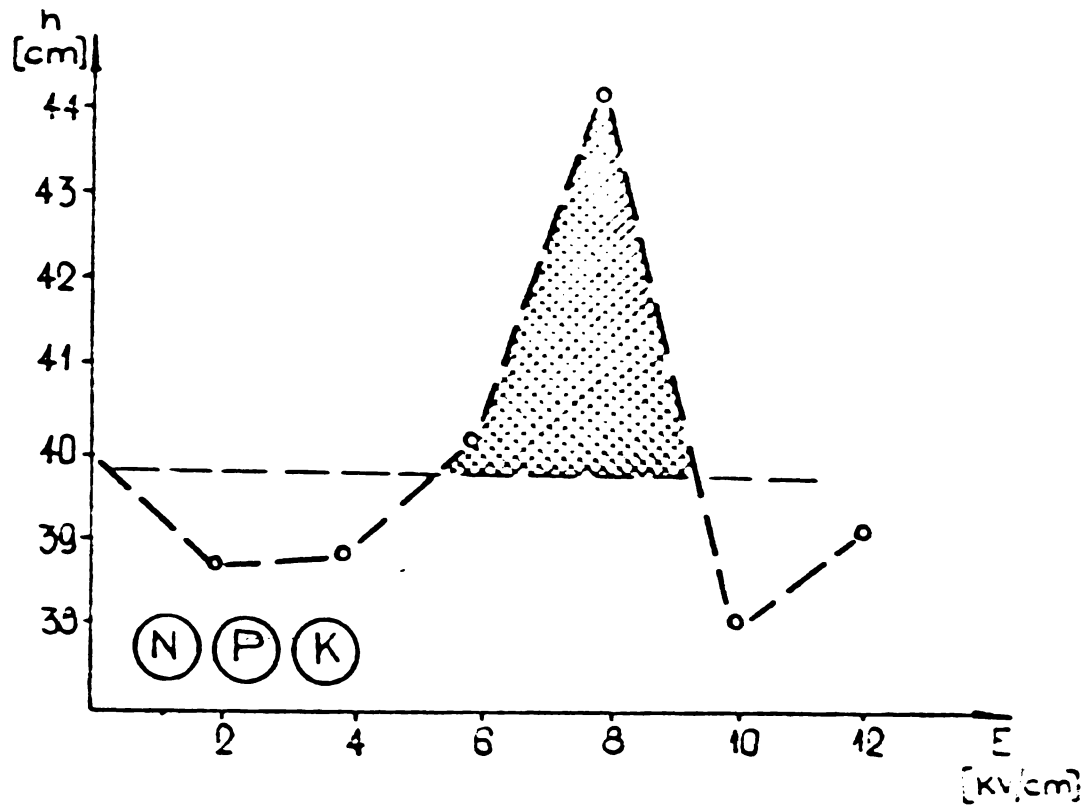
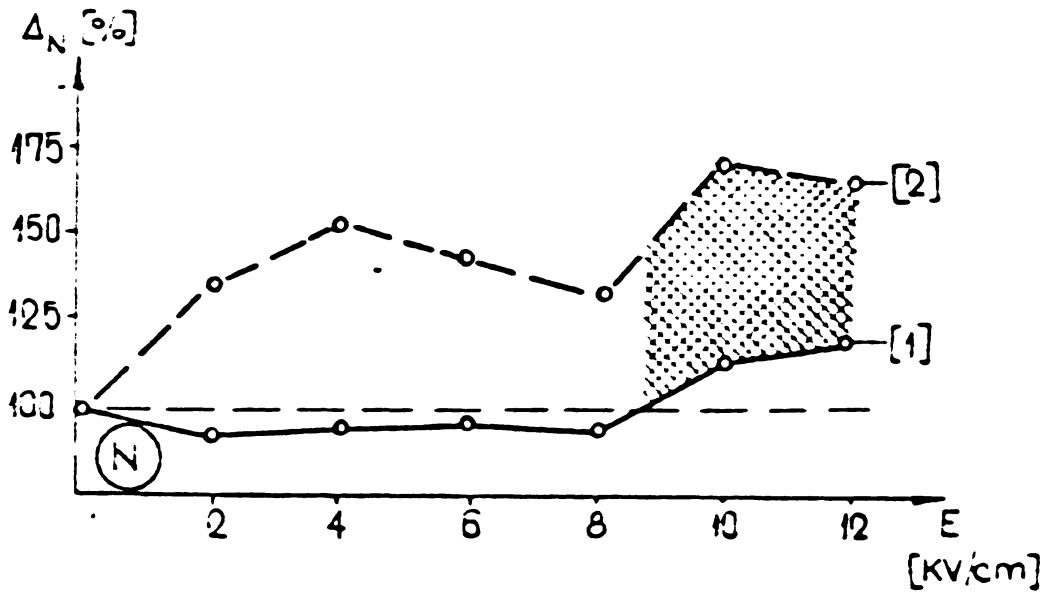
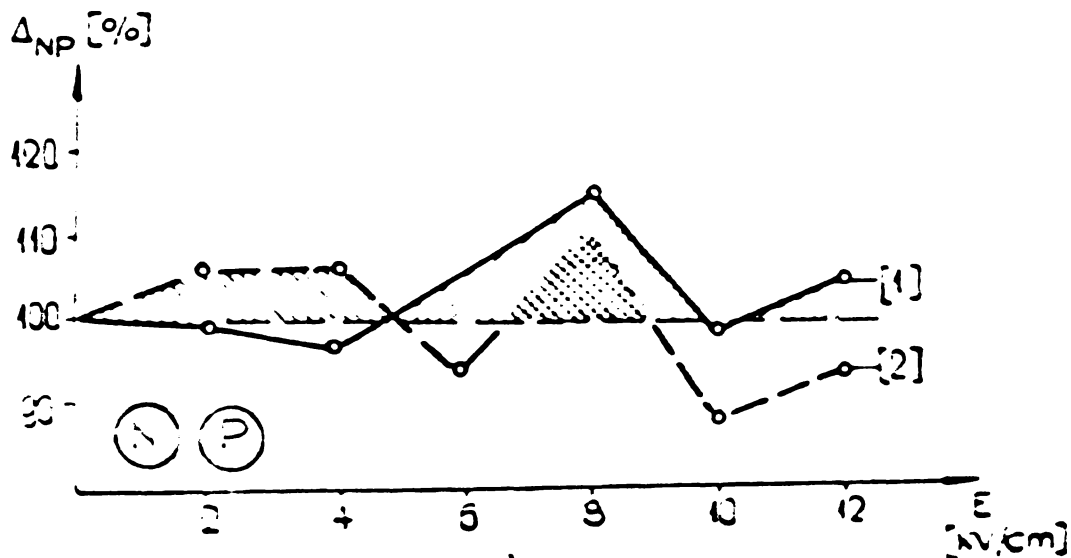


Fig. 8.9. Dependența înălțimii plantelor, în cm, de valorile intensității câmpului electric  $E$ , în care s-a tratat un îngrășămint complex azot-fosfor-potasiu.



a)



b)

Fig. 8.10 a, b. Dependența creșterii relative a masei plantelor de intensitatea  $E$  a câmpului electric în care s-au tratat îngrășămintele N (a), N, P (b): 1-masa vegetativă; 2-masa rădăcinilor.

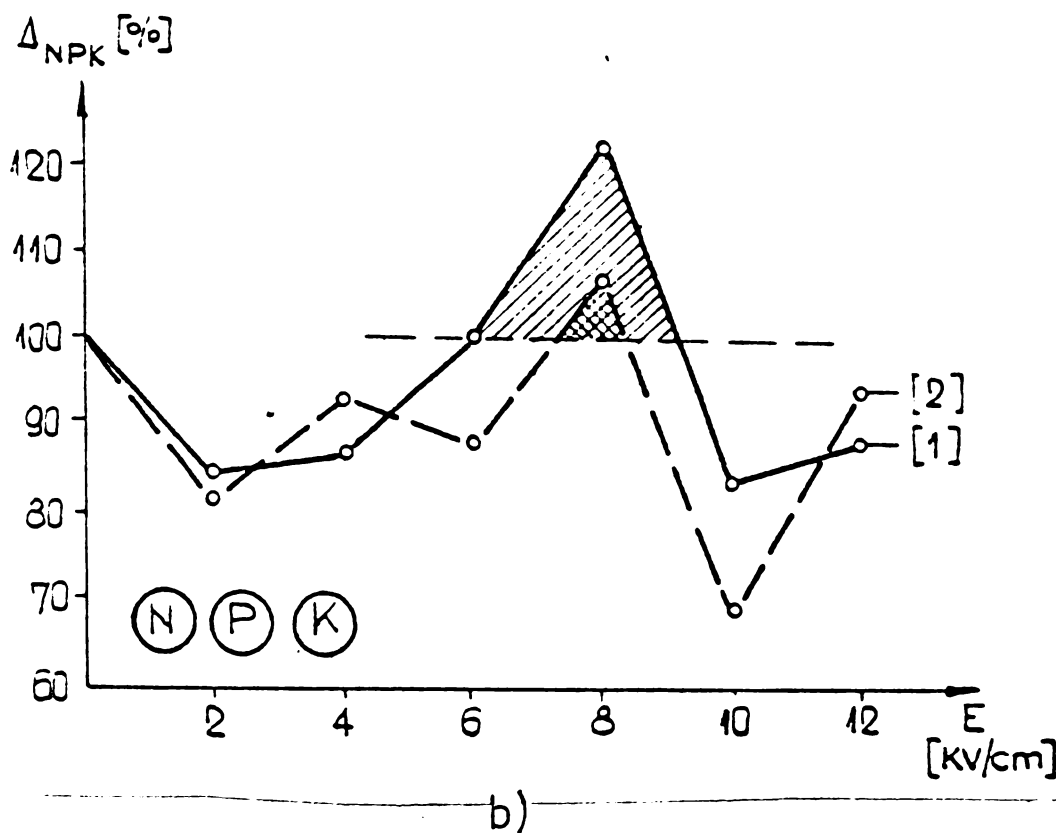
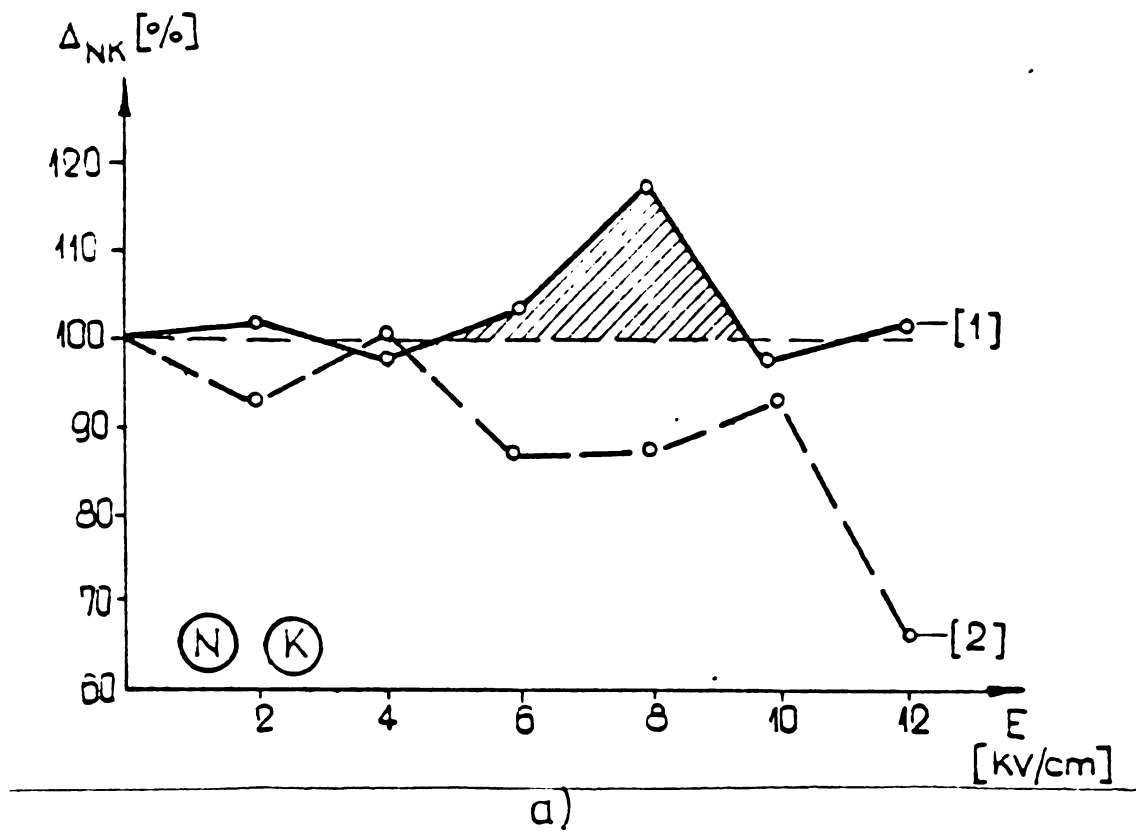


Fig.8.11, a, b. Dependența creșterii relative a masei plantelor, de intensitatea  $E$  a cîmpului electric în care s-au tratat îngrășămintele N, K (a) și N, P, K (b): 1-masa vegetativă; 2-masa radiculară.

În figurile 8.7 - 8.11, zonele hașurate reprezintă creșteri ale plantelor cultivate într-un sol căruia i s-a administrat îngrășămintă chimică tratată în cîmpul electromagnetic față de un martor, care a evoluat într-un sol căruia i s-a administrat aceeași cantitate și fel de îngrășămintă, dar netratată. Experiențele confirmă faptul că în jurul valorii de 8 kV/cm a intensității cîmpului electric s-au obținut cele mai semnificative creșteri atât a masei vegetative cît și a rădăcinilor.



Tabelul 8.8

Influența azotatului de amoniu tratat în câmpul electromagnetic, asupra  
producției de porumb și soia

Nr. crt.	Varianta	E kV/cm	Productia pe anii															
			1972				1973				1974				M e d i a 1972-1974			
			kg/ha	Dif. kg	%	kg/ha	Dif. kg	%	kg/ha	Dif. kg	%	kg/ha	Dif. kg	%				
1.	N 100 tratat (porumb)	-	6174	mt	100	5656	mt	100	5247	mt	100	5692	mt	100				
2.	N 100 tratat (soia)	-	6495	321	105	6838	1182	121	5995	748	114	6443	751	113				
3.	N 100 tratat I (porumb)	4	6506	332	105	6614	958	117	5665	418	108	6262	570	110				
4.	Idem II	6	6641	467	107	6703	1047	119	5439	192	104	6261	569	110				
5.	Idem III	8	6863	682	111	6718	1062	119	5989	742	114	6523	831	115				
6.	Idem IV	10	6620	446	107	6988	1322	124	5959	712	114	6522	830	115				
7.	N 60 tratat (soia)	-	1821	mt	100	1188	mt	100	1478	mt	100	1496	mt	100				
8.	N 60 tratat (porumb)	-	2261	440	124	1468	280	123	1249	-229	85	1659	163	111				
9.	N 60 tratat I (soia)	4	2172	351	119	1416	228	119	1478	-	100	1689	193	113				
10.	Idem II	6	2207	386	121	1510	322	127	1235	-242	84	1650	154	110				
11.	Idem III	8	2198	337	121	1570	382	132	1482	6	100	1750	254	117				
12.	Idem IV	10	2112	291	116	1455	267	122	1371	-107	93	1646	150	110				

Intr-o altă experiență, realizată în condiții de experiment în câmp, pe o perioadă de 3 ani de zile, s-a pus în evidență influența tratării azotatului de amoniu în câmpul electromagnetic, asupra producției de porumb și soia. Se observă și pe această cale influența favorabilă, în jurul intensității câmpului electric de 8 kV/cm; sporurile de producție pe o perioadă de 3 cicluri vegetative, variază între 15 și 17%, conform rezultatelor prezentate în tabelul 8.8.

După cum se arată în [102,108] tratarea îngrășămintelor înainte de administrare în sol în câmpuri electromagnetice; metodă nemaiîntâlnită în literatură poate constitui o direcție nouă de influență indirectă și utilizare a câmpului electromagnetic în sporirea producției plantelor.

#### 8.6. Influența câmpului electromagnetic asupra germinăției semințelor și a comportării în timpul vegetației a unor plante legumicole<sup>x</sup>

8.6.1. Organizarea experimentării. Pentru punerea în evidență a influenței câmpului electromagnetic, asupra proceselor biologice ale unor plante leguminoase au fost folosite semințele de tomate, fasole, utilizându-se în experiențe următorii factori:

- factorul A - starea fiziologică a semințelor supuse tratării cu graduările:
  - a<sub>1</sub> - semințe umectate, înaintea tratării în câmpul electromagnetic, până la imbibare;
  - a<sub>2</sub> - semințe tratate, neumectate (cu umiditatea de păstrare).
  
- factorul B - valori ale intensității câmpului electric:
  - b<sub>1</sub> - semințe netratate (martor);
  - b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub>, b<sub>4</sub>, b<sub>5</sub> - semințe tratate cu intensitățile  
E = 2, 4, 6, 8 kV/cm.

---

<sup>x</sup> Măsurători realizate în laboratoarele de genetică și Ferma didactică a Institutului agronomic din Timișoara.

Probele de germinație s-au efectuat pe eșantioane de 300 de semințe, în câte 3 repetiții cu respectarea normelor de cercetare în laborator și a metodologiei specifice de organizare și experimentare în câmp.

De asemenea în scopul adîncirii concluziilor privind natura influenței câmpului electromagnetic asupra proceselor de diviziune celulară, a fost realizată o cercetare citoembriologică, ce va fi prezentată în sinteză în subcapitolul 8.6.3.

### 8.6.2. Rezultatele experimentale și discutarea lor

Utilizînd metoda statistică de interpretare a rezultatelor experimentale, s-a evidențiat sensul, semnificația influenței unilaterale și complexe a factorilor de acțiune urmăriți în studiu.

Vom prezenta numai concluziile privind influența tratării în câmpul electromagnetic, asupra energiei germinative a semințelor de tomate, atât în cazul semințelor umectate, cît și neumectate. Astfel,

Tabelul 8.9

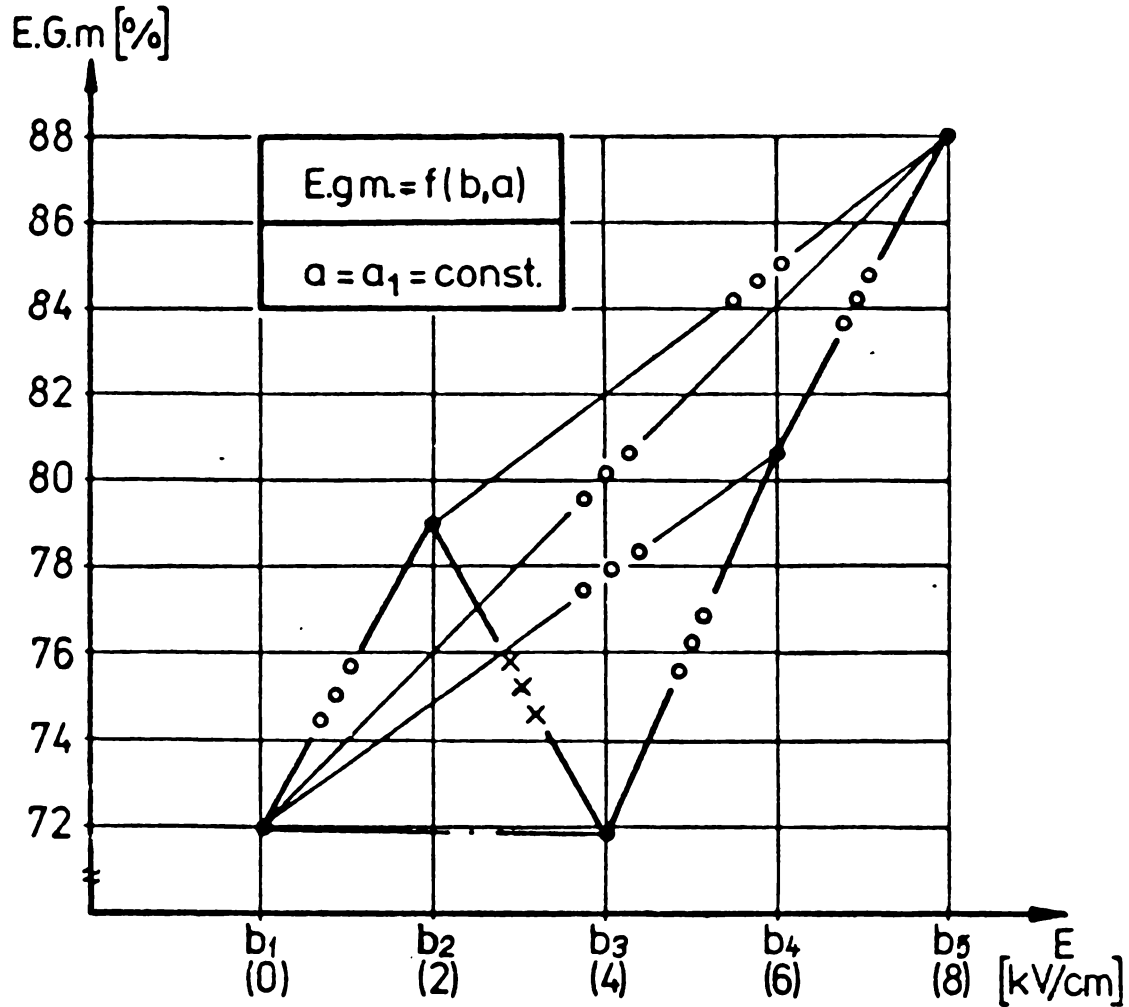
Factor	$a_1$	$a_2$
$b_1$	72,0	70,0
$b_2$	79,9	75,0
$b_3$	71,7	70,0
$b_4$	80,7	72,0
$b_5$	88,0	78,0

în tabelul 8.9 sînt prezentate valorile medii ale energiei germinative a semințelor de tomate, umectate ( $a_1$ ) și neumectate ( $a_2$ ) în funcție de valorile intensității câmpului electric ( $b_1 = 0$ ;  $b_2 = 2$ ;  $b_3 = 4$ ;  $b_4 = 6$ ;  $b_5 = 8$  kV/cm).

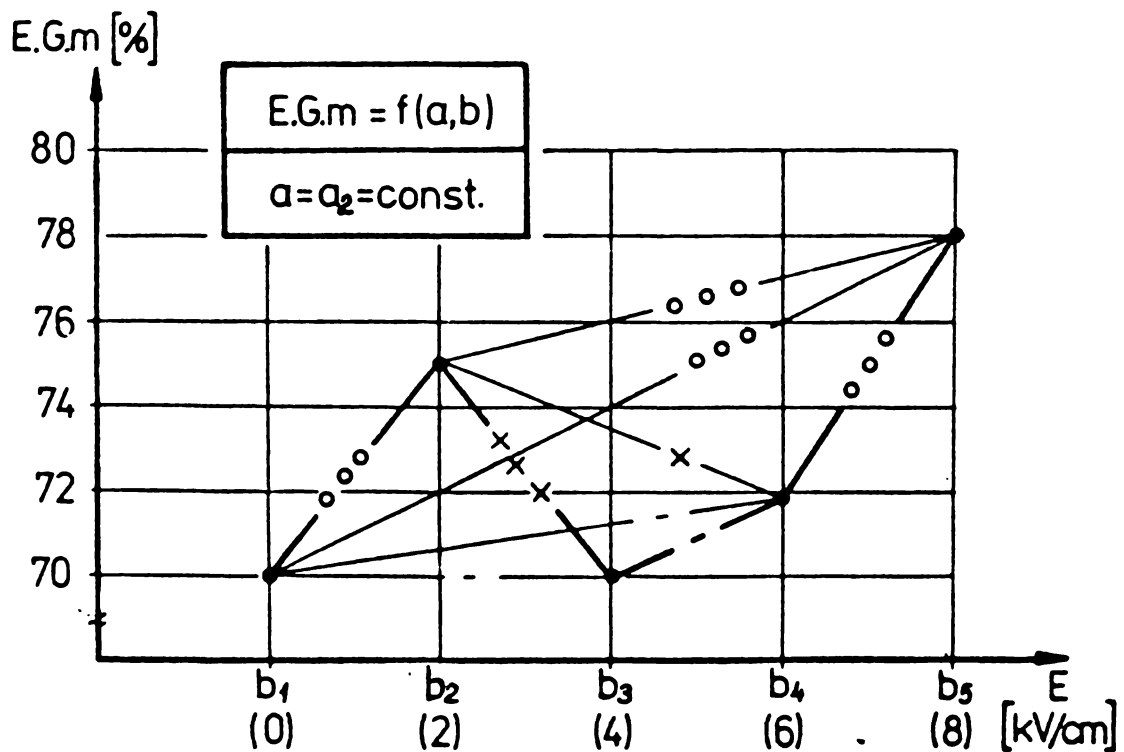
Rezultatele experimentale, privind dependența valorilor medii ale energiei germinative în funcție de intensitatea câmpului electric a fost reprezentată în figura 8.12, a, b.

Energia germinativă (fig.8.12) a crescut considerabil, de la nesemnificativ, la foarte semnificativ, în cazul umectării semințelor. Valorile intensității câmpului condiționează germinația diferit, în sensul stimulării sau oprimării. Larga variație a rezultatelor obți-

nute nu surprinde, de îndată ce se recunoaște sensibilitatea neuniformă, după GRENKEL [38], față de radiații, a semințelor aparținând speciilor diferite sau chiar din cadrul aceleiași soi.



a)



b)

Fig.8.12 a,b. Dependența valorilor medii ale energiei germinative (EGm) de intensitatea câmpului E:  
 a) semințe umectate;  
 b) semințe neumectate.

A. Dinamica realizării recoltei de tomate pe variante  
(anul 1975)

Varianta	Total		10-20.VI		21-30.VI		1-5.VII		6-10.VII		11-15.VII	
	t/ha	lei	t/ha	Total lei/t	t/ha	Total lei/t	t/ha	Total lei/t	t/ha	Total lei/t	t/ha	Total lei/t
b <sub>1</sub>	5,21	66916,0	5,21	1377,15	7,56	1751,40	7,31	1666,20	0,31	58,90	4,49	695,95
b <sub>2</sub>	12,57	127746,0	12,57	3176,05	15,74	4223,10	7,20	1657,55	-	-	6,07	840,05
b <sub>3</sub>	10,23	151102,0	10,23	2606,95	16,02	4226,20	17,14	2776,80	-	-	2,29	494,45
b <sub>4</sub>	12,16	105367,0	12,16	3125,40	7,91	2011,05	8,11	1344,20	2,02	922,70	4,25	702,25
b <sub>5</sub>	12,93	103722,0	12,93	3220,70	6,12	1527,60	10,06	2112,20	5,24	995,60	-	-

B. Producția de tomate (t/ha) și coeficientul indicilor de calitate ai fructelor, pe variante

Specificație	Variabile				
	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>
- Producția	23,88	41,80	51,43	35,95	34,00
- Gradul de fructificare	49,7±2,5	50,2±2,5	50,2±5,5	48,0±1	44,0±1,3
- Distanța între fructe	45,6±2,25	47,0±2,34	47,0±2,55	48,0±2,50	48,8±3,22
- Coeficientul de s.u. în fructe, %	7,0	6,60	6,87	6,82	4,30
- Coeficientul de vitalitate la 100 și 5-procentaj	12,6	17,2	22,0	24,7	24,2

În condițiile primului factor, spre exemplu, se înregistrează efecte de stimulare maximă a energiei germinative la intensitățile  $E = 2, 6, 8$  kV/cm, în comparație cu tratarea semințelor în stare neumectată. Intensitatea de 4 kV/cm a avut efect de oprimare a stării semințelor, în ambele variante. Oprimarea este doar de nivelul diminuărilor în ritmica procesului de germinație a semințelor. Efectul intensității câmpului electric poate fi comparat cu cel realizat de dozele, de iradiere de sute de mii de roentgeni, care, așa cum afirmă GREBINSCHI [43], condiționează sistarea hidrolizei substanțelor de rezervă din semințe.

S-a pus în evidență și pe această cale rolul important pe care îl are umiditatea din conținutul semințelor asupra interacțiunii dintre câmpul electromagnetic și procesele biologice ale semințelor. Radiațiile electromagnetice, arată SPARMAN [155], produc deranjamente în metabolismul semințelor, favorizează recombinația radicalilor în mediul apos din semințe. Probabil că aceasta este cauza evoluției mai rapide a energiei germinative a semințelor umectate tratate în câmpul electromagnetic, în comparație cu cele neumectate. Diferențele între valorile medii după cum reiese și din figura 8.12 a,b, sînt sensibil deplasate în favoarea variantei - semințe umectate.

Analiza dinamicii realizării recoltei de tomate, a principalilor indici de calitate, pe variante, prezentați în tabelul 8.10 A și B, pune în evidență cel puțin două elemente esențiale:

- posibilitatea realizării unor producții ridicate, în cazul tratării în câmpul electromagnetic a semințelor umectate, ce depășesc dublul producției martorului, dublarea în același timp și a conținutului de vitamină C, în substanța proaspătă;

- ajungerea la maturitate a fructelor rezultate din semințele tratate, într-o proporție cu mult mai mare decît a fructelor martor, în perioadă timpurie, cînd prețurile de vînzare practicate sînt mai avantajoase producătorului.

După datele fermei didactice a Institutului agronomic din Timișoara, consemnate în tabelul 8.11, venitul net în cazul producției de tomate este de aproape zece ori mai mare în cazul variantei  $b_3$  față de  $b_1$ , ceea ce arată largi perspective de aplicare a acestei metode cu eficiență economică ridicată.

Tabelul 8.11

Varianta	Producția la ha t/ha	Valoarea producției lei/ha	Cheltuieli de producție lei/1 ha	Preț de cost (fermă) lei/t	Venitul net lei/1 ha	Rata rentabilității
1	23,88	65.916,00	56.470	2.364	9.446,0	17,6
2	41,86	127.742,60	57.493	1.397	70.249,6	122,1
3	51,48	151.105,00	58.164	1.128	92.941,0	159,8
4	35,96	106.262,00	56.992	1.585	49.270,0	65,4
5	34,00	103.573,00	55.887	1.673	46.686,0	62,0

### 8.6.3. Ilustrarea procesului diviziunii celulare în radiculele embrionare ale semințelor de orz

Procesul diviziunii celulare s-a urmărit în vîrfurile radiculei embrionare din semințele de orz, tratate în câmpul electromagnetic după umectare, prin înregistrări ce s-au interpretat în lumina aprecierilor lui CALDECOTT 22 care a constatat la iradierea cu 30 KR a semințelor de orz, cu umiditate între 8 și 30%, o germinare rapidă, iar

în afara acestor limite de umiditate, germinația este puternic oprimată. Prin studiul citologic s-au sesizat, la nivel celular puternice perturbări cromozomiale.

Față de mersul diviziunii mitotice normale ale variantei mar-tor  $b_1$  (fig. 8.13, 8.14) s-au surprins astfel de anomalie, dependent de valorile intensității câmpului.



Fig. 8.13. Metafază normală a seminței de orz, netratată în câmpul electromagnetic (90 x).

În varianta  $b_2$  (fig.8.15), cromozomii sînt contractați avînd aspect picnotic, migrarea lor spre polii celulei, nu este sincronă, unii dintre ei (1,5%) fiind restanțieri.



Fig.8.14. Anafază normală a seminței de orz ne-tratată în câmpul electromagnetic (90 x).



Fig.8.15. Anafază și metafază a semințelor de orz tratate în câmpul electromagnetic, cromozomi parțial picnotici (60 x).

Indicele mitotic, sporit cu 2,6% comparativ cu cel identificat la martor, sugerează aspecte de incetineală în desfășurarea mitozei. Anomaliile menționate nu sînt de natura unor deranjamente esențiale, pentru ciclul procesului de diviziune celulară.



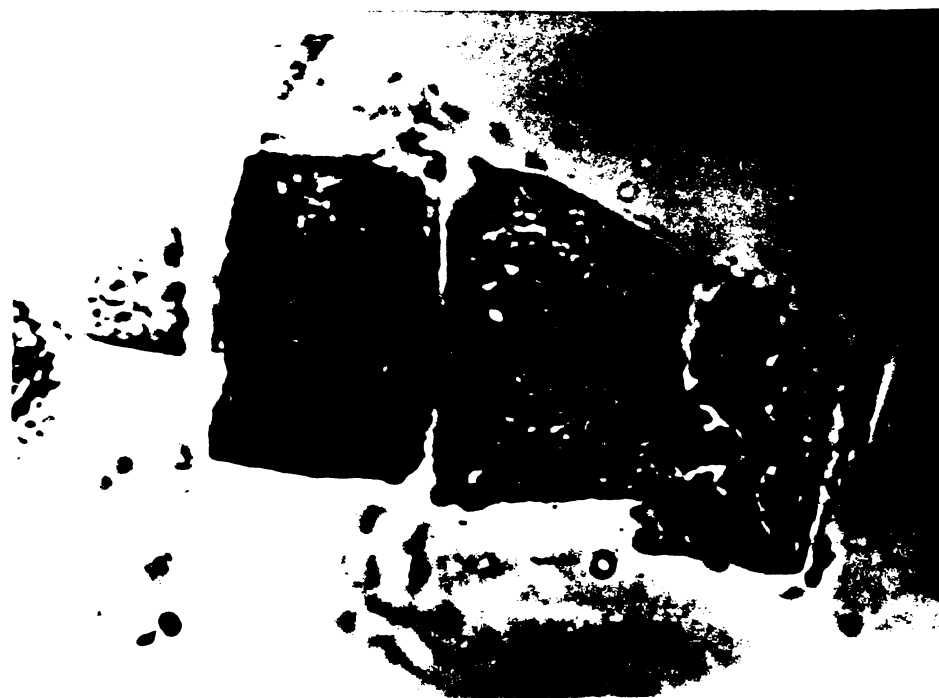


Fig.8.16. Metafază picnotică (90 x).

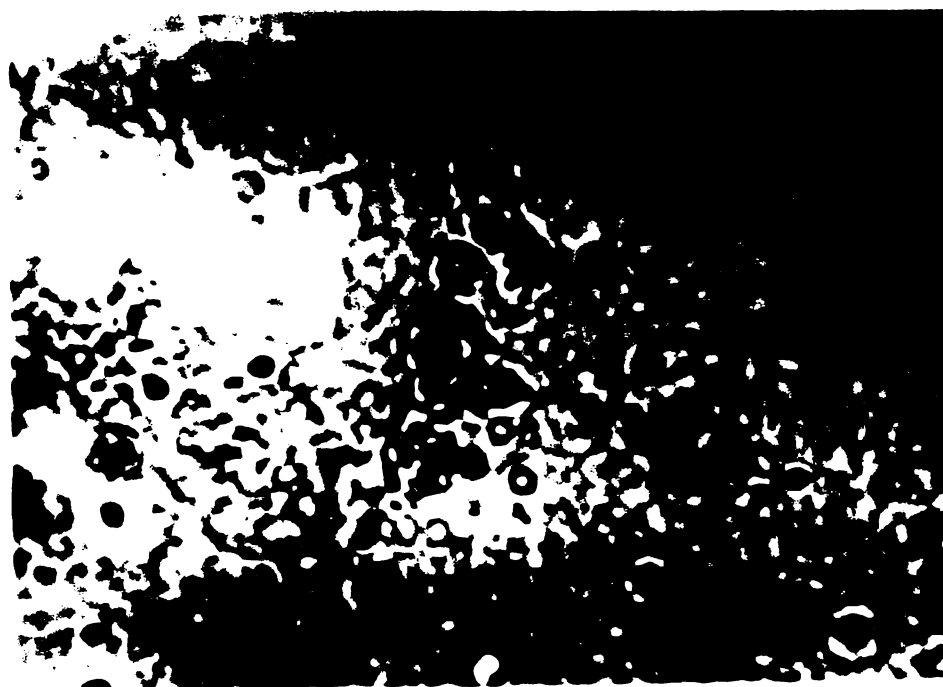


Fig.8.17. Anafază picnotică și cu cromozomi restanțieri (90 x).

In cazul variantei  $b_3$  de tratare, pentru care germinația a fost minimă, cromozomii în metafază (fig.8.16), sînt afectați de picnoză puternică și de simptomele dezorganizării structurale.

In varianta de tratare  $b_5$  (fig.8.17) se semnaleză efecte de picnoză mai puțin drastice, unii cromozomi restanțieri, deși valoarea intensității cîmpului electric este mult sporită față de cea din varianta  $b_3$ .

## C a p i t o l u l 9

### NOI DOMENII DE UTILIZARE A ENERGIEI CIMPULUI ELECTROMAGNETIC - - COMBATEREA UNOR BOLI CE SE TRANSMIT PRIN SEMINTELE PLANTELOR

#### 9.1. Considerațiuni generale

Deși se cunosc experiențe privind acțiunea cîmpului magnetic asupra țesuturilor vegetale, în literatura de specialitate nu s-au întîlnit referiri la așa-zisele magneto sau electro-magneto-terapii a semințelor; se practică însă, în țări avansate, terapiile cu surse radiante de energie. În S.U.A., în 1964 CHARLES R. KELLER [24] propune o metodă de tratare a unor boli a copacilor cu ajutorul curențului electric. R.MORAR, împreună cu un colectiv de la Institutul politehnic din Cluj-Napoca, propune, în 1972, un procedeu și instalație electrică originală, pentru combaterea antracnozei fasolei [107]. Utilizarea cîmpului electric în micșorarea acțiunii bacteriilor, pe suprafețele acoperite cu polimeri, este prezentată în 1974, de către I.V. KREPIS [73].

Metodele folosite pînă astăzi pentru combaterea, spre exemplu, a antracnozei, sînt metode chimice care prezintă dezavantajul unei eficacități parțiale; preparatele folosite sînt fitotoxice și greu de aplicat, constituind în același timp și surse de poluare a solului, după cum arată E. RADULESCU [143].

Iată de ce se consideră [100], că procedeu de combatere a microorganismelor ce se transmit prin semințele plantelor cu ajutorul cîmpului electromagnetic, se bucură de o largă perspectivă pentru generalizarea în producție agricolă și industria alimentară. Antracnoza, după cum se știe, este o boală produsă de o ciupercă fitopatogenă, care se extinde foarte repede și asupra altor generații ale

culturii, în cazul însămînțării semințelor infectate, cauzînd mari pierderi de recoltă și însemnate degradări ale calității semințelor după cum se observă și din tabelul 9.1.

Tabelul 9.1

Evoluția infecției pe ani și categorii de îmbolnăvire a semințelor	Frecvența bolii	Germinația	Greutatea absolută	Obs.
	%	%	%	
1. Proveniența 1969:				
- bolnavă	5,5	29,4	90,6	
- aparent sănătoasă	94,5	90,5	100,0	
2. Proveniența 1970:				
- bolnavă	19,3	29,5	90,3	xx
- aparent sănătoasă	80,7	65,5	100,0	
3. Proveniența 1971:				
- bolnavă	41,7	24,5	89,0	xxx
- aparent sănătoasă	58,3	57,5	100,0	

9.3. Procedeu și instalație pentru combaterea unor boli ce se transmit prin semințele plantelor

Procedeu pentru combaterea, spre exemplu, a antracnozei, prevede expunerea semințelor în trei etape succesive într-un câmp electromagnetic alternativ, de frecvență industrială, cu o intensitate cuprinsă între 4 - 20 kV/cm. Expunerea durează 10 secunde în fiecare etapă, etapele fiind separate între ele prin intervale de repaus de 15 - 60 sec [107,109].

Conform schemei principale din figura 9.1, tratarea semințelor se realizează între armăturile condensatorului 2, acoperite cu un strat izolant 5, rabatabile în jurul axei 3. Alimentarea condensatorului se face prin orificiul 4 al buncărului 1, cu posibilități de reglare a debitului șarjei de semințe. Terminarea încărcării șarjei este sesizată de către microîntrerupătorul 7, care comandă, prin intermediul unui bloc 8, aplicarea tensiunii la bornele condensato-

rului și pornirea unui releu temporizat 9, care va comanda programul ciclului de tratare iar în final, deconectarea circuitului de alimen-

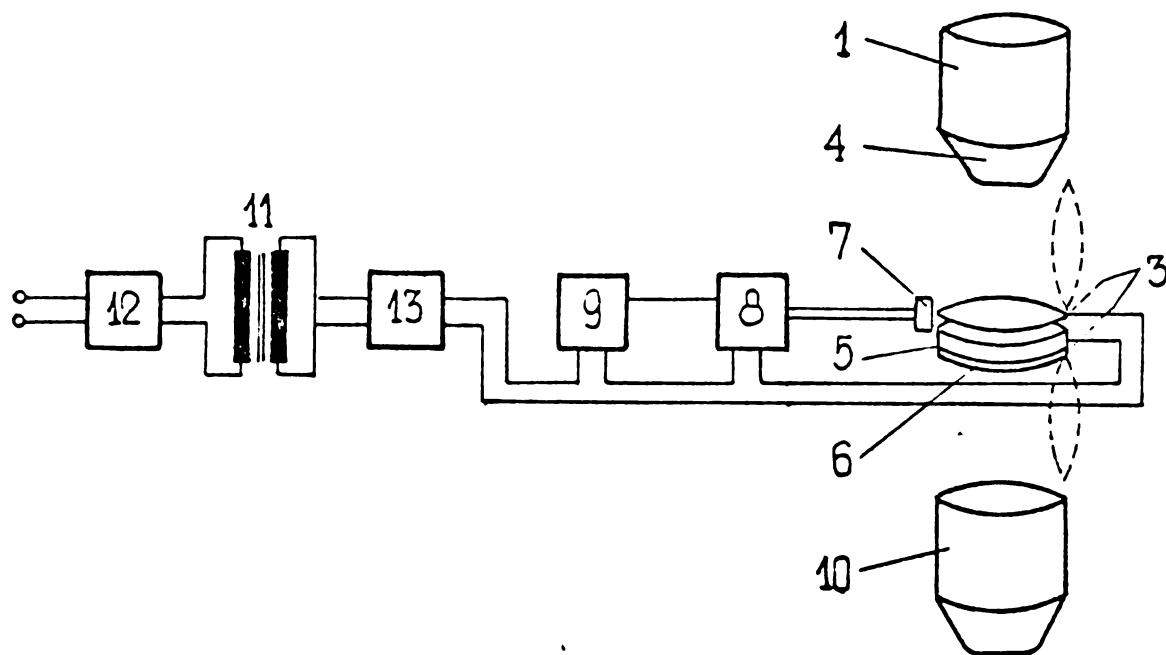


Fig.9.1. Schema principială a instalației pentru tratarea semințelor.

tare, rabaterea armăturii inferioare a condensatorului 6, în vederea descărcării șarjei în al doilea buncăr 10. Transformatorul de tensiune 11, este alimentat de la blocul de reglaj al tensiunii 12; instalația fiind prevăzută și cu un bloc de protecție 13, pentru asigurarea funcționării în regim de securitate tehnică.

## 9.2. Rezultate experimentale privind influența cîmpului electromagnetic în combaterea unor boli și creșterea producției plantelor

În experiențele realizate la Stațiunea de cercetări agricole Turda, s-au folosit semințe de fasole din soiul F 416, intens infectată cu agentul *colletotrichum lindemuthianum*, [104].

Evoluția ciupercilor patogene de pe semințe, s-a urmărit în camere speciale, la temperaturi optime. Germinația s-a efectuat în vase de germinație, iar masa plantelor a fost determinată după 10 zile de la punerea semințelor la germinat.

Producția s-a urmărit în parcele experimentale de 5 mp, în 3 repetiții, producția biologică s-a stabilit la câte 100 de plante pentru fiecare variantă.

Efectul de combatere cu ajutorul câmpului electromagnetic, a microflorei parazite și saprofite existente pe suprafața semințelor de fasole este prezentat în tabelul 9.2.

Tabelul 9.2

Nr. crt.	Varianta (Felul semințelor)	E kV/cm	Prezența ciupercilor pe semințe în procesul germinăției					
			Colletotrichum atramentarium	Fusarium sp.	Alternaria sp.	Penicillium sp.	Aspergillus sp.	Mucor Mucedo
1.	F.416 (netratat)	0	xxx	x	xx	xxx	xxx	xxx
2.	F.416 tratat I	4	x	u	o	u	u	o
3.	F.416 tratat II	8	x	u	u	o	o	o
4.	F.416 tratat III	12	x	u	o	o	o	o
5.	F.416 tratat IV	16	x	u	o	o	o	o

Semnificația: o - lipsă;  
u - urme;  
x - prezență sporadică;  
xx - prezență mijlocie;  
xxx - prezență maximă.

Influența câmpului electromagnetic asupra proceselor biologice și producției în cazul tratării semințelor din soiul F-416 după cum se observă și din tabelul 9.3, se manifestă prin creșterea energiei germinative, la semințele infectate și tratate, de peste 10 ori, a masei embrionilor de 3,6 - 4,7 ori și a masei radiculare între 2,1 - 2,5 ori față de probele netratate.

Tabelul 9.3

Nr. crt.	Varianta (Felul semințelor)	E kV/cm	Energia germinativă %	Masa la 10 zile de la germinăție		Producția de boabe cu umiditatea de 14,5% %	Semnificația
				Radicele %	Embrioni %		
1.	F.416 (netratat)	0	8,1	100,0	100,0	100,0	-
2.	F.416 tratat I	4	90,0	390,0	214,0	131,5	xxx
3.	F.415 tratat II	8	92,0	419,3	211,4	147,9	xxx
4.	F.415 tratat III	12	81,0	361,4	220,1	179,4	xxx
5.	F.416 tratat IV	16	90,0	472,3	242,6	163,0	xxx

În toate cazurile de tratare a semințelor bolnave, s-au obținut sporuri de producție, cuprinse între 130-179,4%.

Această metodă originală, brevetată în R.S.România, de tratare în câmpul electromagnetic a unor boli ale semințelor, prezintă o eficacitate însemnată în distrugerea ciupercilor parazite și saprofite; eficiență economică ridicată. De asemenea, ea înlătură dezavantajul acțiunii fito-toxice a fungicidelor, poluarea chimică a semințelor și solului introdusă prin metodele clasice de tratare și imprimă în același timp semințelor un ritm mai accelerat de creștere; atât a masei vegetative a plantelor, cât și a producției de boabe pe unitatea de suprafață.

Capitolul 10

INSTALATIE DE LABORATOR PENTRU TRATAREA ELECTROMAGNETICA

A MEDIILOR LICHIDE SI A SEMINTELOR.

ESTIMAREA PRINCIPALILOR PARAMETRI AI PROCESULUI

DE TRATARE A SEMINTELOR

10.1. Instalație de laborator

Din prezentările anterioare s-a ajuns la concluzia că tratarea în câmpul electromagnetic este o funcție de doi parametri și anume: intensitatea câmpului electric (E) cu un domeniu de variație între 2-30 kV/cm și timpul de menținere (t) în câmp a masei de semințe între 10-60 secunde.

Schema bloc a unei astfel de instalații, cu largi posibilități de reglare a parametrilor tratării electromagnetice a mediilor biologice, este prezentată în figura 10.1.

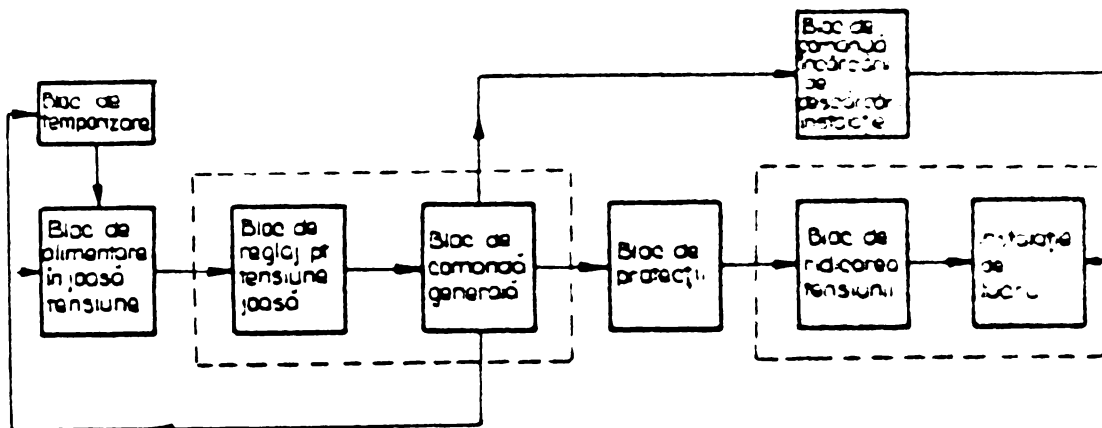


Fig.10.1. Schema bloc a instalației de tratare a semințelor și altor medii biologice.

Tratarea semințelor, îngrășămintelor, apei și soluțiilor apoase s-a realizat într-o instalație de laborator, a cărei schemă electrică este prezentată în figura 10.2.

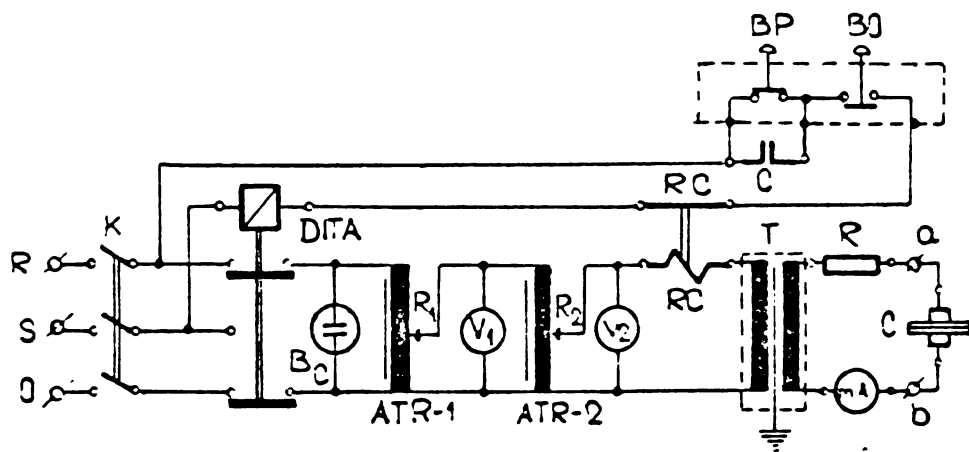


Fig.10.2. Schema electrică a instalației de laborator pentru tratarea semințelor și altor medii biologice.

După cum ușor se observă, schema oferă posibilitatea unui reglaj fin al tensiunii de alimentare la bornele condensatorului C, ce formează celula de tratare, prin intermediul a două autotransformatoare de tipul ATR 8. Transformatorul T, ridicător de tensiune, 100/35.000 V, rezistența R,  $1000\Omega$ , releul de curent RC, sînt elemente ale schemei ce se comandă de la distanță prin butoanele BP și BO. În schemă sînt conectate aparate de măsură pentru stabilirea principalilor parametri electrici ai tratării. Condensatorul în care se realizează tratarea, are armături circulare așezate într-un plan orizontal, acoperite cu un strat dielectric subțire. Armăturile pot fi rabatabile pentru a ușura încărcarea și descărcarea semințelor sau a altor materiale ce se tratează, cu posibilități de a regla distanța între ele, funcție de intensitatea cîmpului electric necesară. Pentru a asigura o tratare în flux continuu a semințelor, condensatorul poate fi cuplat la o bandă transportoare, în care armătura inferioară să fie chiar banda (izolată la suprafață), iar cea superioară va fi amplasată deasupra benzii la o anumită distanță "d". Cunoșcînd timpul de menținere sub influența cîmpului electromagnetic a mediului ce se tratează, lungimea armăturii superioare a condensatorului, ușor se poate determina viteza de deplasare a benzii transportoare [151].



### 10.2. Tipuri de condensatoare sau celule de tratare

In experimentări, s-au folosit diferite tipuri de condensatoare, sau așa-zise celule de tratare, urmărindu-se stabilirea formei și a materialelor mai potrivite. Pentru tratarea apei și a soluțiilor apoase, s-au folosit celule de tratare de tipul PETRY (fig.10.3), confecționate din sticlă. Pentru înlăturarea posibilității migrării ionilor din peretele sticlei, s-a recurs la celule confecționate din masă plastică, polietilenă, teflon.

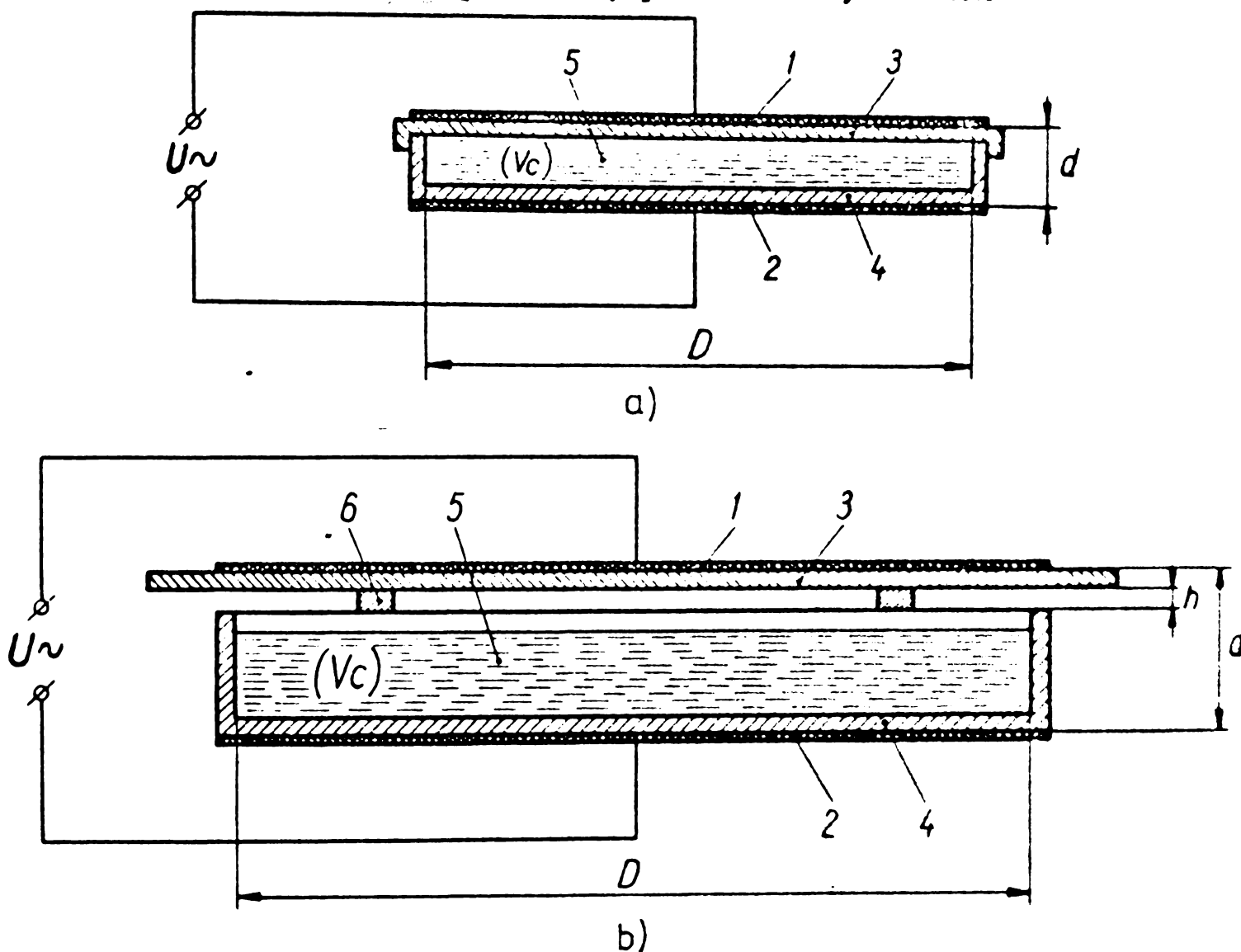


Fig.10.3,a,b. Tipuri de celule pentru tratarea lichidelor: a-fără circulație de aer; b-cu circulație naturală de aer; 1-electrod metalic superior; 2-electrod metalic inferior; 3-strat izolanț superior; 4-celulă izolanț; 5-mediul lichid supus tratării; 6-limitator de distanță; d-distanța (totală) între electrozii metalici; h-distanță pentru asigurarea circulației aerului; D-diametrul interior al celulei.

Experiențele au arătat faptul că parametrii mediilor tratate în celule de tipul celor prezentate în figura 10.3,a nu respectă o legitate în schimbarea lor, funcție de intensitatea câmpului și de timpul de acțiune al acestuia. În cazul tratării în celule de tipul celor din figura 10.3,b care oferă posibilitatea unei deplasări naturale sau forțate de aer deasupra suprafeței lichidului, parametrii R, G, pH etc., ai apei sau altor soluții apoase, sînt funcții de E, t (după cum a fost prezentat pe parcursul lucrării), asemănătoare funcțiilor de tipul ionizare.

Tratarea semințelor s-a făcut numai în celule ecranate, de tipul deschis, cu circulație naturală și forțată de aer. În procesul simulării tratării semințelor, distanța dintre armăturile izolate ale celulei de tratare "d" a fost dată de grosimea stratului de semințe (fig.10.4); celula a fost plasată într-un suport special cu posibilități de alimentare în înaltă tensiune a bornei sale.

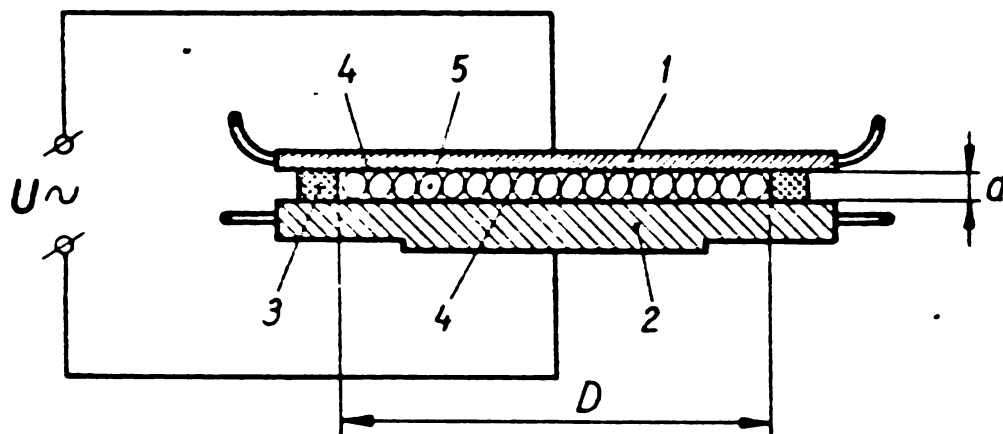


Fig.10.4. Celulă ecranată pentru tratarea semințelor:  
1,2-electrozi metalici ecranati;  
3-inel din teflon;  
4-foiță izolantă;  
5-semințe;  
d-distanța între electrozi;  
D-diametrul interior al celulei.

10.3. Estimarea principalilor parametri necesari  
proiectării unei instalații pentru tratarea  
semințelor

Studiul teoretic, mai ales cercetările cu caracter experimental, au dat posibilitatea estimării principalilor parametri necesari proiectării unei instalații pentru tratarea semințelor.

a) Intensitatea câmpului electric (E), mărime fundamentală în procesul de tratare a semințelor, depinde de scopul urmărit (stimularea creșterii, combaterea unor boli), este funcție de soiul și umiditatea semințelor, între limitele 2-16 kV/cm.

b) Tensiunea de alimentare (U) a armăturilor condensatorului trebuie să fie cel puțin egală cu tensiunea de ionizare a aerului; aceasta depinzând și de umiditatea semințelor, după cum a fost arătat în capitolul simularea procesului de tratare a semințelor, fiind neglijabilă între 1-20 kV.

c) Durata de acțiune a câmpului (t), variază între 10 și 30 de secunde. În cazul tratării semințelor atacate de boli, timpul de acțiune a câmpului (t = 10 sec.), alternează cu pauze între 15 și 60 de secunde, pe baza unui program-ciclu de tratare.

d) Distanța între armăturile izolate (d) ale celulei de tratare, trebuie să fie de ordinul mm, în așa fel încât să asigure mărimile optime ale intensității câmpului electric, tensiunii de ionizare a aerului și desfășurarea în bune condiții a procesului tehnologic de încărcare și descărcare a semințelor.

e) Puterea totală, pierdută pentru tratarea semințelor, a fost măsurată pentru câteva soiuri de semințe și după cum se observă din figura (7.16 a,b,c,d) variază în limite foarte largi, mai ales în cazul tratării semințelor de grâu, cu umiditate ridicată (15,8%).

f) Amplasarea instalațiilor de tratare se propune a se realiza în centrele de condiționarea semințelor, în marile unități de stat sau cooperatiste care își pregătesc prin forțe proprii semințele necesare însămînțărilor.

g) Faptul că acțiunea de stimul introdusă sub influența câmpului electromagnetic durează în timp pînă la 60 de zile, de la data tratării, efectul maxim fiind între 20-40 de zile, dă posibilitatea tratării înainte de însămînțare a întregii cantități de semințe necesare pentru însămînțare.

h) Instalația utilizează frecvența industrială a rețelei și are în componența sa aparatură indigenă, astfel că poate fi ușor realizată în ateliere de specialitate.

i) Pe timpul funcționării instalația trebuie supravegheată de un electrician autorizat în instalații de înaltă tensiune.

#### 10.4. Estimarea eficienței economice a tratării semințelor în câmpul electromagnetic

Folosindu-ne de principalii parametri obținuți prin metoda simulării procesului tratării electromagnetice a semințelor, de observațiile cu caracter experimental biologic privind parametrii optimi ai câmpului și capacitatea preconizată a unei instalații industriale, vom estima eficiența economică în cazul tratării semințelor de grâu din soiul T.195, varianta "D", analizat în cuprinsul lucrării, prin următoarele condiții impuse:

a) intensitatea câmpului electric să fie cea optimă din punct de vedere al efectului biologic, pentru semințele din soiul dat;

b) utilizarea unei celule de tip deschis;

c) timpul de tratare optim, 30 de secunde;

d) frecvența tensiunii de alimentare a bornelor condensatorului ( $f = 50$  Hz);

e) cantitatea maximă de semințe ce se poate trata într-o șarjă să fie de 100 kg;

f) calculele se vor face pentru cazul cel mai nefavorabil, și anume: semințe cu umiditatea maximă ( $W = 16\%$ );

g) tratarea se face în condiții normale de temperatură și umiditate a aerului;

h) costul unei instalații de tratare fabricată în serie se estimează la 50.000 lei.

Respectând aceste condiții, avem următoarele date inițiale de calcul estimativ:

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| 1. intensitatea câmpului electric  | $E = 6 \text{ kV/cm};$       |
| 2. frecvența   | $f = 50 \text{ Hz};$         |
| 3. timpul maxim de tratare   | $t = 30 \text{ sec.};$       |
| 4. volumul celulei de tratare  | $V_c = 8,48 \text{ cm}^3;$   |
| 5. volumul semințelor  | $V_s = 4,70 \text{ cm}^3;$   |
| 6. greutatea semințelor  | $G_s = 5,581 \text{ g};$     |
| 7. umiditatea maximă a semințelor  | $W = 16\%;$                  |
| 8. pierderile totale maxime de putere,<br>în cazul tratării celor 5,581 g<br>semințe | $P = 0,032 \text{ watt};$    |
| 9. greutatea maximă a unei șarje de<br>tratare                                       | $G_{\max} = 100 \text{ kg}.$ |

Energia ( $W_c$ ) cheltuită în celula experimentală în timpul tratării semințelor este:

$$W_c = P \cdot t = 0,032 \cdot 30 = 0,960 \text{ W.sec.}$$

În cazul tratării semințelor în instalația de tip industrial, energia ( $W$ ) va fi egală cu raportul greutăților amplificat cu un coeficient  $K_s = 1,3$ , care ține seama de neliniaritatea procesului, determinat experimental:

$$W = W_c \frac{G_{\max}}{G_s} K_B = 0,960 \frac{100.000}{5,581} 1,3 = 22.400 \text{ W.sec.}$$

Tinînd cont de pierderile în celula de tratare în procesul de exploatare, energia totală va fi:

$$W_t = \frac{WK_e}{3600} = \frac{22.400 \cdot 2}{3600} = 0,0125 \text{ kWh,}$$

unde  $K_e = 1,8 - 2,2$  este determinat experimental.

Intrucît pentru însămînțarea unui ha cu grîu se folosește cantitatea maximă de semințe de 250 kg, energia necesară tratării semințelor va fi:

$$W_{tr \text{ ha}} = W_t \cdot 2,5 = 0,0125 \cdot 2,5 = 0,032 \text{ kWh.}$$

Sporul mediu de producție obținut la tratarea soiului T.195 la intensitatea  $E = 6 \text{ kV/cm}$ , față de media celor 2 martori, este de 1270 kg/ha.

Deci, pentru sporul de 1270 kg/ha, se pierde în celula de tratare o cantitate de energie de 0,032 kWh la care trebuie să se adauge consumul propriu de energie al instalației, cotele de amortizare, salariile personalului de exploatare și întreținere a instalației.

După cum se observă din estimările prezentate, tratarea înainte de însămînțare a semințelor în câmpul electromagnetic este o metodă cu un deosebit efect economic, cu largi perspective în ridicarea producției agricole.

C a p i t o l u l 11

C O N C L U Z I I

11.1. Influența câmpului electromagnetic asupra unor parametri fizici, chimici, nucleari ai mediilor supuse tratării

1. Mediile lichide supuse acțiunii câmpului electromagnetic își schimbă parametrii fizici (conductanța  $G$ , rezistivitatea  $\rho$ , conductivitatea  $\gamma$ ,  $tg\delta$ ), în special la valorile ridicate ale intensității câmpului electric ( $E$  peste  $8$  kV/cm), la un timp de acțiune constant ( $t = 30$  sec.). Influența este mai pregnantă la valori ridicate ale câmpului electric ( $E = 9$  kV/cm) și la un timp ce variază între  $60-360$  secunde.

2. Modificările parametrilor, așa cum a fost arătat pe parcursul lucrării, se datoresc unor fenomene complexe introduse în masa lichidului sub influența câmpului electromagnetic (polarizări, polimerizări etc.). De asemenea, introducerea unei importante cantități de sarcină ionică în masa lichidului, pusă în evidență prin modificările pH-ului, în limite foarte largi, pe lângă cantitatea importantă de ozon ( $O_3$ ) ce este generată, sub acțiunea câmpului electromagnetic în apă, constituie apreciem, cauze ale schimbărilor unor parametri fizici, prezentați sintetic în tabelul 11.1.

Tabelul 11.1

Influențe $E, t$ $(E, t)$	Parametrii tratării $E, t$	Semnificația	t sec	E				
				2	4	6	8	peste 8
				kV/cm				
A Influențe asupra parametrilor fizici ai apei și soluțiilor apoase 1. Conductanța (G)		>	30	xxx			xxx	
		>	60-					
		>	90-				xxx	
		>	120-					xxx
		>	150					xxx

Influențe f(E,t)	Parametrii tratării E, t	Semni- fica- ția	t sec	E					
				2	4	6	8	peste 8	
				kV/cm					
3. Conductivitatea ( $\gamma$ )		<	60- 360					XXXXX	
4. Rezistivitatea ( $\rho$ )		>	60- 360					XXXXX	
5. Curentul total (A)		<	30	x	x	xx	xxx	xxxx	
<b>B INFLUENȚE ASUPRA UNOR PARAMETRII CHIMICI AI APEI</b>									
1. pH-ul		>	30	xxx	xxx	xxx	xx	x	
		>	60- 360					xxx	
2. Modificarea în timp a pH		=	1-70 zile					x	
3. Generarea ozonului (O <sub>3</sub> )		<	30	x	xx	xxx	xxx	xx	
		<	30- 270					xxx	
<b>C INFLUENȚE ASUPRA UNOR PARAMETRII FIZICI AI SEMINTELOR</b>									
1. Constanta dielectrică medie ( $\epsilon_{gm}$ ) a masei de semințe măsurată la:									
	50 Hz	>	30		xx		xxx	xx	
	1000 Hz	>	30		xx		xxx	xxx	
	60 kHz	<	30		xx		xx	xx	
	200 kHz	>	30		xx				
	5 MHz	<	30		xx		xx	xx	
	12 MHz	>	30		xx		xx	xx	
2. tg $\delta_m$ a masei de semințe măsurată la:									
	50 Hz	>	30		x		xx	xxx	
	1000 Hz	>	30		xx		xxx	xxx	
	60 kHz	<	30		x		xx	xy	
	200 kHz	>	30		xx		xxx	xxx	
	5 MHz	=	30		xx		x	x	
	12 MHz	<	30		xx		xxx	xxx	
<b>D INFLUENȚE ASUPRA UNOR PARAMETRII NUCLEARI AI SEMINTELOR</b>									
1. Timpul de relaxare spin-rețea ( $T_1$ ); faza fluidă a seminței:									
	MS-105, Aurora	>			x	xx	xxx		
	MS-105, Sola	< >			x	x	x		
2. Timpul de relaxare spin-spin ( $T_2$ ):									
	MS-105 (MS-105), faza fluidă	<			x	xx	xxx		
	MS-105 (MS-105), soil Clay	<			x	xx	xxx		



Influente f(E, t)	Parametrii tratării E, t	Semni- fica- ția	t sec	E				
				2	4	6	8	peste 8
				kV/cm				
<b>E. INFLUENȚE ASUPRA UNOR PARAMETRI FIZICI AI MASEI DE SEMINTE (prin simularea tratării)</b>								
1. rezistența (Rx)		∧	30	-	x	xx	xxx	xxx
2. $\epsilon$		∧	30	-	-	x	xxx	xxx
3. constantele dielectrice $\epsilon'$		∧	30	-	-	x	xx	xxx
4. constantele dielectrice $\epsilon''$		∧	30	x	xx			
5. numărul de descărcări parțiale (n) în masa semințelor		∧	30	-	x	xx	xxx	xxxx
6. pierderile de putere (W):								
- în dielectric $P_0$ (W)		∧	30	x	x	xx	xx	xx
- prin descărcări $P_{dp}$ (W)		∧	30	-	x	xx	xxx	xxx
- totale P (W)		∧	30	x	x	xx	xxx	xxx
<b>F. INFLUENȚE ASUPRA GERMINAȚIEI SEMINTELOR ȘI CREȘTERII PLANTELOR</b>								
1. Energia germinativă (g)		∧	30	x	xx	x	xxx	x
2. masa rădăcinilor (g)		∧	30	x	xx	xx	xxx	
3. masa embrionilor (g)		∧	30	x	xx	xx	xxx	
4. Numărul coleoptilelor		∧	30	x	xx	xx	xx	x
5. Lungimea coleoptilelor (cm)		∧	30	x	xx	xxx	xxx	xx
<b>G. INFLUENȚE ALE INGRASĂMINTELOR TRATATE ASUPRA DEZVOLTĂRII ȘI PRODUCTIEI PLANTELOR:</b>								
1. Înălțimea (cm): MS-105		∧	30	-	x	xx	xxx	xxx
2. Masa vegetativă totală (kg)		∧	30	-	x	xx	xxx	xxx
3. Producția boabe kg/ha:								
- porumb (dif. soiuri)		∧	30	x	x	xx	xxx	
- soia		∧		x	x	xxx	xx	
<b>H. INFLUENȚE ASUPRA PRODUCTIEI BOABE LA CULTURILE:</b>								
1. Porumb (dif. soiuri)		∧	30	x	x	xx	xxx	x
2. Grâu (dif. soiuri)		∧	30	x	xx	x	xxx	x
3. Soia		∧	30	-	x	xx	xxx	x
4. Fasole (pentru boabe)		∧	30	-	x	xx	xxx	x
5. Masă vegetativă (dif. soiuri)		∧	30	x	xx	xxx	xxx	
<b>I. INFLUENȚE ASUPRA PROCESELOR BIOLOGICE DE CREȘTERE ȘI A PRODUCTIEI DE TOMATE:</b>								
1. Energia germinativă		∧	30	x	-	xx	xxx	
2. Mișcarea cromozomilor	modific.			-	xx	-	-	
3. Conținut vit. C		∧	30	xx	xx	xxx	xxx	
4. Producția de tomate t/ha		∧	30	xx	xxx	xx	xx	
5. Coacerea (mai timpurie)		∧	30	xxx	xxx	xx	xx	

Influențe f(E,t)	Parametrii tratării E, t	Semni- fica- ția	t sec	E				
				2	4	6	8	peste 8
				kV/cm				
<b>J. INFLUENȚE ASUPRA SEMINTELOR MERCATE DE BOLI</b>								
1. Energia germinativă	<	ciclu		xx	xxx	xx	xxx	
2. Masa rădăcinilor	<	ciclu		xx	xxx	xx	xxx	
3. Masa embrionilor	<	ciclu		xx	xx	xxx	xxx	
4. Combaterea ciupercilor parazite	<	ciclu			xx	xx	xxx	xxx
5. Combaterea ciupercilor sporofite	<	ciclu			xx	xxx	xxx	xxx
6. Producția boabe, kg/ha	<	ciclu		xx	xx	xxx	xxx	xx
<b>K. INFLUENȚE ASUPRA INDICATO- RELOR ECONOMICI AI PRODUC- ȚIEI, VENITUL lei/tonă pro- dus agricol</b>								
1. Tratarea semințelor de cereale:								
- venitul producției (boabe)	<	30		x	xx	xx	xxx	
- venitul producției masă verde	<	30		xx	xxx	xx	xxx	
2. Utilizarea îngrășămintelor tratate:								
- venitul producției boabe	<	30		xx	xx	xxx	xxx	
- venitul producției masă verde	<	30		xx	xxx	xx	xxx	
3. Tratarea semințelor de legume:								
- venitul producției de tomate	<	30		xxx	xxx	xx	xx	

NOTA : x - influență oscilantă;  
 xx - influență mijlocie;  
 xxx - influență maximă;  
 xxxx - influențe în afara domeniului  
 optim - biologic.

3. Urmărind, prin măsurători în rezonanță magnetică nucleară, modificările introduse sub acțiunea câmpului electromagnetic, în fazele fluide și uleioase din semințe, s-au constatat importante schimbări, în special asupra fazei fluide (a umidității).

Aceste constatări ne îndreptățesc să afirmăm că, prin faza fluidă (prin umiditatea) din semințe, se realizează transformări biochimice care pot să stimuleze procesele biologice din semințe, sau să ducă la inhibarea lor.

4. Măsurătorile într-o gamă largă de frecvențe ( $f = 50 \text{ Hz} - 12 \text{ MHz}$ ), asupra masei de semințe tratate în câmpul electromagnetic, au pus în evidență modificări ale  $\text{tg } \delta$ , factorului de pierderi, ale constantei dielectrice  $\epsilon$  și componentelor sale, ceea ce arată o dată în plus schimbările structurale care au loc în semințele supuse tratării.

5. Unii parametri, caracteristici masei de semințe și procesului de tratare electromagnetică a semințelor, au fost puși în evidență prin simularea procesului tratării semințelor în câmpul electromagnetic. Dacă rezistența ( $R$ ) a masei de semințe scade în special în domeniul valorilor mari ale intensității câmpului electric ( $E = 6-15 \text{ kV/cm}$ ),  $\text{tg } \delta$ , factorul de pierderi, constanta dielectrică ( $\epsilon$ ) cresc în acest domeniu.

6. Ceea ce creează și întreține între armăturile condensatorului un mediu ionizant, sînt descărcările electrice parțiale în masa semințelor care, așa după cum se observă din tabelul 11.1, apar la valori ridicate ale intensității câmpului electric. Apariția descărcărilor parțiale este strîns legată de umiditatea mediului dintre plăcile condensatorului, deci de umiditatea semințelor, astfel că la semințele cu umiditate mai mare de 14% descărcările electrice apar la valori ale intensității câmpului electric sub  $4 \text{ kV/cm}$ .

7. Alimentarea celulei de tratare în curent alternativ, la o frecvență mai ridicată decît cea industrială, sau în impulsuri electrice de tip treaptă, poate constitui noi direcții de studiu și realizare practică a câmpurilor electromagnetice. De asemenea, realizarea unor celule de tratare cu o circulație forțată de aer (de diferite umidități) poate să constituie factori de intensificare a procesului de generare a ozonului în mediul dintre plăcile condensatorului.

8. Analiza pierderilor de putere, prin fenomenul de tratare electromagnetică a semințelor, arată că în zona intensităților ridicate, după punctul de ionizare, pierderile totale și cele prin descărcări parțiale cresc, aproximativ, în mod exponențial. Tratarea semințelor în zona punctului de ionizare, asigură eficacitate biologică optimă și în același timp se realizează cu cheltuieli minime pentru energia absorbită de la rețea.

9. Procesele biologice ale semințelor (energia germinativă, creșterile masei rădăcinilor, embrionilor, numărul și lungimea coleoptilelor) sînt puternic stimulate, pe măsura creșterii valorii intensității cîmpului electric, la un timp constant de 30 sec.

10. Înălțimea plantelor, masa lor vegetativă totală, producția de boabe sînt stimulate și de îngrășămintele tratate electromagnetic înainte de administrarea lor în sol. Aceste experiențe, privind influența indirectă a energiei cîmpului electromagnetic, prin îngrășămintele administrate în sol, asupra creșterii plantelor, pot constitui puncte de plecare în elaborarea unei metodologii de îmbogățire a îngrășămintelor chimice în procesul de fabricare în combinatele industriale. În același timp, prin această metodă se exercită influențe mai puțin drastice asupra elementelor biologice deosebit de complexe, cum sînt semințele.

11. Producțiile de grîu, porumb, soia, fasole au înregistrat creșteri însemnate, ce depășesc 18% în unele cazuri, în special la valorile intensității cîmpului electric între 6 și 8 kV/cm.

În schimb, cele mai ridicate producții de tomate s-au obținut la valori ale intensității cîmpului electric mai scăzute, cuprinse între 4 și 6 kV/cm. La aceste valori s-a obținut și o coacere mai timpurie a fructelor de tomate, ceea ce a contribuit la creșterea venitului net pe hectarul cultivat. În cazul tratării semințelor cu intensitatea de 4 kV/cm, venitul net este de circa 7 ori mai mare față de venitul realizat în cazul variantei martor.

12. De mare eficacitate și largă perspectivă ne apare metoda originală de combatere a unor boli ce se transmit prin semințele plantelor. Efectul maxim a fost obținut de asemenea, la valori ridicate ale intensității câmpului electric (peste 8 kV/cm). Combaterea bolilor pe cale fizică, nepoluantă, care imprimă și ritmuri mai accentuate de dezvoltare a plantelor constituie o metodă modernă de utilizare a energiei electrice în producția agricolă.

Această metodă poate fi folosită și ca mijloc de tratare împotriva diverșilor dăunători în timpul păstrării semințelor din marile silozuri.

13. Tratarea în câmpuri electromagnetice a mediilor biologice, în special a produselor agricole, poate să ducă și la:

- mărirea germinației semințelor cu germinație foarte slabă (sparcetă, lucernă, trifoi, unele legume etc.);

- mărirea masei vegetative la plantele pentru siloz, mai ales la cele care se seamănă în cultura a doua, după recoltarea păioaselor timpurii (orz etc.). Dezvoltarea rapidă a plantelor în sămânțate în cultura a doua, utilizează mai bine rezervele de apă din sol în timpul verii, asigură plantelor o masă verde mai mare;

- o mai bună păstrare a produselor alimentare prin combaterea microorganismelor de pe suprafața și din interiorul lor.

14. Dovedită fiind influența câmpurilor electromagnetice asupra proceselor biologice ale plantelor de mare importanță economică, evidențiind factorii prin care acționează câmpul electromagnetic asupra semințelor, metoda de tratare a semințelor se recomandă pentru experimentări în stații pilot și generalizare în producție. Descifrarea în intimitatea sa a influenței câmpului electromagnetic, poate constitui tematica unui studiu interdisciplinar de analiză aprofundată a mutațiilor de ordin cantitativ și calitativ, ce au loc în elementele constitutive de bază ale mediilor biologice.

BIBLIOGRAFIE

1. NICOLAE CEAUSESCU, Raport la cel de al XI-lea Congres al P.C.R., Ed.Pol. București, 1974.
2. ANTONIU, I.S., Bazele electrotehnicii. Ed.did. și pedagogică, București, 1974, vol.II, p.680-682.
3. ARBERG, S.L., FAINTELBERG, V.R. BLANK, O mehanizme biologiceskogo deistvia electromagnitnogo polia na kletku, Elektronnaia obrobotka materialov, nr. 6, 1974, p.67.
4. D'ARSONVAL, M.A., Dispositifs pour la mesure des courants alternatifs des toutes frequences C.R.Acad., Sci., Paris, 1896, 48. pp.450-451.
5. AUDUS, L.J., e.a. Magnetotropism in (10).
6. AUDUS, L.J., The Mechanism of the Perception of Gravity by Plants, Symposium XVI, Soc.Exptl. Biol., p.197, 1962.
7. AUDUS, L.J., Magnetotropism, "New Plant Growth Response" Nature (London) 185: 132, 1960.
8. AUSLANDER, D., VERESS, E., Despre corelația dintre intensitatea ultrasunetelor și timpul de tratare în procesul de stimulare, Studii și cercetări de biologie, seria Botanică, tomul 20, nr.4, Editura Academiei R.S.R., 1968.
9. BARNOTHY, J.M. e.a.: Influence of a magnetic field upon the leukocytes of mice, Nature, 177, 1956, pp.577-578.
10. BARNOTHY, F., Biological Effects of Magnetic Fields, Vol.1. 1964 and Vol.2, 1969 Plenum Press, New York.
11. BARNOTHY, M.F., Reduction of Irradiation Mortality Through Pre-treatment in (10).
12. PASOV, A.M., IZAKOV, F.I., Dielektriceskaia pronițaemosti zerna i eio vlianie na separațiu. Tr. CEIMESH vîp.12, 1961.

13. BASOV, A.M., O rezultatah nauchnykh issledovaniy v oblasti ispol'zovaniya elektroionnoi tehnologii v sel'skom hoziaistve Tr. Celiabinsk. in-ta mehaniz. i elektrific. S.-H., 1972, vyp.61, 6-8.
14. BASOV, A.M., Predposevnaia obrobotka semian v elektriceskikh polian postoiannogo toka vysokogo napriajenia. Nauci. Tr. po elektrific. S.-H. VN II elektrific. S.-H., 1973, 31, 132-137.
15. BEISCHER, D.E., Human tolerance to magnetic Fields Astronautics, March 1962, pp. 24-26.
16. BEISCHER, D.E., e.a., Magnetic Fields and Man, Where Do We Stand Today? AGARD Conf. Proceedings, Luchon, France, 1971, AGARD-CP-95-Part III, pp. C 12-1 bis C 12-8.
17. BERCU, A., CLEJA, V., Determinarea tensiunii de ionizare in dielectrice, Culegere de articole de la prima consfătuire pe țară de materiale electrotehnice, ASIT-I.P. Timișoara, 1960, p.63-68.
18. BORODIN, I.F., Zavisimosti udelinogo soprotivlenia i dielektriceskoi pronižаемosti zernovoi massi pšenitfi ot vlajnostii. DOKLADI MIISP, Tom.V. vyp.3. str.19-26, M., 1969.
19. BORODIN, I.F., Vlianie temperaturfi na udelinoe soprotivlenie i dielektriceskuiu pronižаемosti zernovoi massi. DOKLADI MIISP Tom.V, vyp.3., str.27-33, M., 1969.
20. BOTAN, N.V., Utilizarea energiei electrice in agricultură, Ed. Did. și Ped., București, 1967.
21. BRASOVAN, M., SORA, I., Utilizări ale energiei electrice, vol.II, Litografia I.P.T. 1972.
22. CADELCOTT, S.R., Proc. of the Intern. Conf. on the Peaceful uses of Atom. Energy, 12, 40-46, 1955.
23. CARAMARIUC, R., PETRESCU, V., TANASESCU, Fl., Măsurări electrice industriale vol.III, Măsurări in înaltă tensiune. Editura Tehnică, București, p.377-393.
24. CHARLES, R.K., Plant Trains System, United States Patent Office, 3, 120,722 - 11 febr. 1964.

25. CIPLEA, L.I., Noi posibilități de accelerare a reacțiilor chimice în câmpuri ionizate. Revista de Chimie, București, vol.14, mai 1963, p.296.
26. COHEN, D. Magnetoencephalography; Evidence of Magnetic Fields Produced by Alpha-Rhythm Currents Science, Vol.161, 1968, pp. 784-786.
27. COHEN, D., Magnetic Fields around the Torso; Production by Electrical Activity of the Human Heart, Science, Vol.156, 1967, pp. 652-654.
28. COMSA, D., Utilizările energiei electrice, Ed. didactică și pedagogică, București, 1973.
29. CORCORAN, PAUL T., NELSON, S.O., STEATSON, L.E. and SCHLAPHOFF, C.W. Determining dielectric properties of grain and seed in the audiofrequency range. Transactions of the ASAE, 348-351, 3, 1970.
30. DABA, D., Contribuții privind forțele exercitate de câmpul electromagnetic macroscopic asupra mediilor corporale cu aplicații la fluide. Teză de doctorat, susținută 13.V.1972 la I.P.Traian Vuia, Timișoara.
31. DUBININ, P.H., Genetica moleculară și acțiunea radiațiilor asupra eredității, Editura Științifică, 1966.
32. DULBINSKAIA, D.A., Vlianie postoiannogo magnitnogo polia na rost prorostkov kukuruzi, Fiziologia Rastenii, Tom 20, Vîp.1, 1973, p.183-186.
33. FARRAR, C.T., BEKER, D.H., Pulse and Fourier Transform HMR Introduction to Theory and Methods, Academic Press, 1971, New York and London.
34. FISCHER, W.H., STURDY, G.E., RYAN, M.E., and PUGH, ANN R., Laboratory Studies on Fluctuating Phenomena. Int, J. Biometeor, 1968, Vol.12, number 1, pp. 15-19.
35. GAK, E.Z., O mehanizme biologiceskogo deistvia nizkociastotnih magnitnih polei, Elektronnaia obr. materialov, nr.1, 1971, p.63-67.
36. GAK, E.Z., Biologiceskoe deistvie postoiannogo magnitnogo polia, morfol. i nim. izmenenia v proțese razvitia kletki, Rîga, 1967.



37. GAINES, H., Some effects of intense audio-frequency sound. Phys. Rev., 1931, 37.
38. GENKEL, P.A., Fiziologia selscoziaistvennih rastenii. Izd. Moscovskogo Universiteta, 1967.
39. GEMANT, A., Die Verlustkurve lufthaltiger Isolierstoffe. In Zeitschr. f. techn. Physik, nr.4, 1932, p.184-189.
40. GHEORGHIU, H., GAYRAUD, I., RADOI, A., Utilizarea energiei electrice în industrie și agricultură, Ed. Tehn. București, 1974.
41. GHEORGHIU, H., și alții, Procedeu pentru mărirea puterii de germinație la semințe, Brevet R.S.R. nr.53290/1971.
42. GO, Y., e.a., Magnetic orientation of poly- $\gamma$ -benzyl-L-glutamate Biochim.Biophys.Acta, 175, 1969, pp.454-456.
43. GREBINSCHI, S.O., ș.a., Haucin. Docl. Vîș. Școlî, Biol. Hauri., Moskva, 1960
44. HABERDITZL, W., Enzyme Activity in High Magnetic Fields Nature, Jan. 1967, pp.72-73.
45. HALL, F., RUSECK, R., Discharge Inception and Extinction in Dielectric Voids. In: Proceedingd I.E.E., 1963, p.47.
46. HELLER, B., CHALDER, I., Zur Problematik der Korona-Entladung im Festen Dielektrikum. In: ACTA-TEHNICA CSAV, nr.5, 1962, p.391-406.
47. HEROVANU, M., ș.a., Influența cîmpului electric asupra metabolismului proteic vegetal, Academia R.P.R., I FA, I F, Studii și cercetări de fizică, nr.3, anul IX 1958, Editura Academiei R.P.R.
48. HIPPEL, R., Les diélectriques et leurs applications, Dunod, 1961 Paris.
49. HOLODOV, I.A., Magnetismul în biologie, Ed.Stiințifică, București, 1974, p.93.
50. IOFFE, I.V. O vlianii vneșnih polei na termodinamiceskie svoișta rastvorov i povernnostnoie natiajenie jurnal experimentelinoi i teoreticeskoi fiziki, T. 57, Vip. 2(6), 1969. Str.529.

51. IRWIN, D., e.a., Stimulation of cardiac muscle by a time-varying magnetic field. IEEE Trans.Magnetics, Vol. MAG-6, 1970, pp.321-322.
52. IZAKOV, F. IA., BLONSKAIA, A.P., OKULOVA, V.A., Vlianie pred-  
posevnoi obrobotki semian pşeniţi v elektricescom pole  
na soderjanie belca v zerne urojaia. Tr. Celiab. in-ta.  
mehaniz. i elektrific. S.H., 1968, Vîp. 31, 71-75.
53. JENNISON, M.W., The growth of bacteria, yeasts and moulds in a  
strong magnetic field. J.Bact., 33, 1937, pp.15-16.
54. JITARU, P., Anuar Stiintific Universitatea Iagi, Sec.2, p.99.
55. JORGENSEN, J.L., EDISON, A.R., NELSON, S.O., and STETSON, L.E.,  
A bridge method for electric measurements of grain and  
seed in the 50-to 250 MHz range. Transactions of the  
ASAE, 18-20,24, 3, 1970.
56. JOYET, G., MERCIER, P., Bull. Soc. Vandoise de Sci. Nat., 61,  
181, 1940.
57. JURGENS, W.C., NELSON, S.O., STETSON, L.E., EDISON, A.R. Pulse  
modulating a highpower RF oscillator Trans. ASAE, 1968,  
11, nr.2.
58. KAZANTEV, E.F., Deistvie sveta i elektriceskogo polia na soedi-  
nenia s vodorodnoi sviazii.Elektronnoiaobrobotka mate-  
rialov, nr.6, 1973, p.74.
59. KAZARNOVSCHI, D.M., TAREEV, B.M., Ispîtnia elektro-elektro-  
izolacionnih materialov, Energia, p.111-113, 1969,  
Leningrad.
60. KAZARNOVSCHI, D.M., TAREEV, B.M., Ispîtnia elektroizolacionnih  
materialov Energia, nr, 1969, p.69-80.
61. KHALIFA, H.M., ABDEL-HAMID, A.A. ABDEL-SALAM, M.M. Electromagnetic  
effects on electrolytes Z.phys. Chemie, Leipzig 247  
(1971) 5/6, S. 273-281.

62. KICIGIN, A.A., Dokl. Akad. St. SSSR, 103, 3, 513-5, 1955.
63. KIMBALL, G.C., Growth of yeast in a magnetic field J.Bact., 35, 1938, pp. 109-122.
64. KIPPER, H.B., Issledovanie elektrofiziceskich harakteristic zernovoi massi s tseliu nahojdenia optimalinih pokazatelei b'sokociastotnoi sugki. Kand. diss, M., 1954.
65. KOIROV, S.H., Fizica dielektrikov, ciasti I, polarizacija i dielektriceskie poteri, L.P.I. Leningrad, 1974. p.53-58.
66. KOJEVNIKOVA, N.F., Predposevnaia obrobotka semian v elektriceskom pole peremennogo toka, mehanizacija i elektrifikacija socialisticeskogo seliskogo hoziaistva, nr.3, 1971, p.22-24.
67. KOJEVNIKOVA, N.F., STANKO, S.A., Vlianie predposevnoi obrobotki semian cucuruzi v peremenom elektriceskom pole na nekotore fiziologiceskie processy rastenii. Electron. obrobotka materialov, 1966, nr.2, 70-76.
68. KOJEVNIKOVA, I.F., Issledovanie dielektriceskoi proni'taemosti zernovoi massi, mehanizacija i elektrifikacija S.S.N., 1966, nr.9, p.40-42.
69. KOLIN, A., e.a., An Electromagnetic Catheter Flow Meter for Determination of Blood Flow in Major Arteries. Proc. N.A.S., Vol.59, 1968, pp.808-815.

70. KOLIN, A., Magnetic Fields in Biology, Physics Today, nov. 1968, 39-50.
71. KREIMERIS, J., ZDANYS, J., Apie impulsiniu islydziu itara augalu daigumui ir veslumui. V SB. "Elektrotechnika", KAUNASSR. Politehn. in-T, Vilinius, Mintis, 1969, 47-50.
72. KREI, J., ZDANYS, K.J. Apie impulsiniu elektriniu islydziu Taikymo zemes ukio kulturomus stimuluoti rezultatus. B. SB. Elektrotechnika, Kaunas, 1970, 149-152.
73. KREPIS, I.V., s.a., Elektronnaia obrobotka materialov, 1974, Nr. 4, p. 66.
74. KRYLOV, A.V., and G.A. TARKANOVA, Magnetotropism in Plants and Its Nature, Fiziologia Rasteni 7: 191, 1960.
75. KRYLOV, A.V., Magnetotropism in Plants, Bull. Acad. Sci. USSR, Biol. Ser., p. 221, 1961.
76. KUCINSCHI, G.S., Zavisimosti intensivnostii nacialinîh ciasticinîh razriadov ot napriajenia. Trudî L.P.I., Nr. 276, M., Energia, 1967, p. 91-99.
77. KUCINSCHI, G.S., s.a., Silovîe elektriceskie kondensatorî, izd., Energia, Moskva, 1975, p. 81.
78. KUCINSCHI, G.S., s.a., Vîsokovoltnîe ispîtania, razdel IV, Tehnica vîsokih napriajenii, L.P.I., Leningrad, 1970, p. 11-15.
79. LANDAU, L.D., LIFSIT, E.M., Electrodinamica mediilor continue, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1968, p. 264.
80. Mc.LAY, L.A., SCOTT, H.I.A., Nature, 1974, 4437, 929, 1954.
81. LEBEDEV, S.I. şi alţii, Fiziologo-biologiceskie osobenosti rasteniî posle predposevnogo bozdeistvia postdiannîm magnitnîm polem, Fiziologia rasteniî, 1975, T. 22, vîp. 1, p. 103-109.

82. LEBEDIK, A.I., BASOV, A.M., Efektivnosti obrabotki semian saharnoi sveklî v elektriceskom pole koronogo razriada. Elektronnaia obrabotka materialov, 1974, Nr.3, 73-75.
83. LENZI, M., Biologische Wirkungen magnetischer Felder Strahlentherapie, 67, 1940, pp. 219-250.
84. LEVENGOOD, W.C., Morphogenesis as Influenced by Locally Administered Magnetic Fields. Biophysical Journal, vol.7, 1967, pp.297-307.
85. LISTOV, P.N., ș.a., Elektrostaticeskie bîsokovolitnie generatori dlia tehnologhiceskih proțessov seliskohoziaistbennogo proizvodstva. Mehaniz. i Elektrific, S.S.H., 1970, Nr. 3, 55-59.
86. LITEANU, C., Volumetria, Editura Tehnică, București, 1956, p.286.
87. LUCA, I., ș.a., cercetări privind influența ultrasunetelor asupra producției de sfeclă de zahăr și floarea soarelui, Academia R.P.R., Filiala Iași, Studii și cercetări științifice, Fizică și științe tehnice, fasc.1, an VIII, 1957.
88. MALING, J.E., e.a., Enzyme Substrate Reactions in High Magnetic Fields. Biophysical Journal, vol.5, 1965, pp.767-776.
89. MARINESCU, N., Influences des facteurs electriques sur la végétation, Herman, Paris, 1932.
90. MARTYONOVA, O.I., GUSEV, B.T., LEONTIEV, E.A. Concerning the Mechanism of the Influence of a Magnetic Field of Aqueous Solutions of Salts. Usp., Fiz. Nauk, 98, 195-199 (MAY, 1969).
91. MAX, B., Fizica Atomică, Ed. științifică, București, 1973, p. 334-339.
92. MERICLE, R.P., Plant Growth Responses, in ANUAR STIINT. Univ. Iași, sec. 2, 99, p. 183-195.
93. SASU, M., O nouă metodă de analiză a comportării dinamice a unui arc electric modelat pe baza ecuației lui RIEDER și URBANEK, Rev.de Electrotehnica, Nr.2, 1974, p. 37.

94. MORAR,R., PATACHI,N., MUNTEANU,R., Unele contribuții la studiul influenței câmpului electromagnetic asupra sistemelor biologice. Sesiunea Universității din Craiova, octombrie 1971.
95. MORAR,R., COMSA,D., Noi aspecte ale utilizării energiei electrice în agricultură. Sesiunea de comunicări științifice a I.P.C.N., aprilie 1971.
96. MORAR,R., MUNTEANU,R., Unele aspecte aplicative privind utilizarea energiei electrice în agricultură. A XVI-a sesiune de comunicări științifice a I.P.Galați, mai 1972.
97. MORAR,R., Aplicarea cercetării științifice în producție, factor esențial al creșterii producției și productivității muncii. Buletinul științific al I.P.C., S.C.13,1970, p. 15-20.
98. MORAR,R., ș.a., Cercetări privind o problemă nouă de utilizare a energiei electrice în agricultură. Comunicare la a III-a Conferință a Electricienilor, 21-23.IX.1972, București, publicată sub formă de fascicule.
99. MORAR,R., PATACHI,N., SIMION,E., MUNTEANU,R., MUNTEANU,I., Rezultate experimentale privind efectul câmpului electromagnetic asupra proceselor biologice. Sesiunea științifică de comunicări a corpului didactic, Universitatea Babeș-Bolyai, 28-29 aprilie 1972, Cluj-Napoca
100. MORAR,R., PATACHI,N., MUNTEANU,R., MUNTEANU,I., Metode electrice de combatere a antracnozei la fasole. Sesiunea de comunicări științifice a Institutului agronomic "Dr.Petru Groza" Cluj, în colaborare cu Academia de Științe Agricole și Silvice, 21.XII.1972.
101. MORAR,R., ș.a., Cercetări privind influența câmpului electromagnetic asupra structurii biologice. A XIII-a Sesiune științifică a Institutului politehnic Cluj-Napoca, 1974.
102. MORAR,R., Utilaje electromecanice pentru tratamentul electric al semințelor și mărirea randamentului îngrășămintelor chimice. A XIII-a Sesiunea științifică a Institutului politehnic Cluj-Napoca, 1974.

103. MORAR, R., Studiul influenței câmpului electromagnetic asupra semințelor și determinarea pierderilor dielectrice. Sesiunea de comunicări științifice a Stațiunii de cercetări agricole Turda, septembrie, 1974.
104. MORAR, R., ș.a., Rezultate experimentale privind influența câmpului electromagnetic asupra proceselor biologice ale plantelor cerealiere. Sesiunea de comunicări științifice a Stațiunii de cercetări agricole Turda, septembrie, 1974.
105. MORAR, R., Analiza procesului descărcărilor parțiale în masa de semințe și determinarea cu ajutorul calculatorului H.P. a principalilor parametri ai tratării electronice, a câmpului electromagnetic. Comunicare la al II-lea Simpozion de informatică și conducere, 20-23 aprilie, 1976, Cluj-Napoca.
106. MORAR, R., ș.a., Simularea procesului tratării electro-magnetice a mediilor biologice și interpretarea pe calculator a rezultatelor. Comunicare la al II-lea Simpozion de informatică și conducere, 20-23 aprilie, 1976, Cluj-Napoca.
107. MORAR, R., MUNTEANU, R., PATACHI, N., MUNTEANU, I., SIMION, E., Procedeu și instalație pentru combaterea antracnozei fasolei. Brevet R.S.România nr.55624/6.XI.1972.
108. MORAR, R., ș.a., Procedeu și instalație pentru mărirea eficienței îngrășămintelor chimice. Dosar OSIM, nr.70500.
109. MORAR, R., ș.a., Procedeu și instalație pentru combaterea microorganismelor care produc alterarea vinului. Dosar OSIM nr. 71195.
110. MORAR, R., ș.a., Studiul influenței câmpului electromagnetic asupra sistemelor biologice, realizarea unei instalații de laborator de înaltă tensiune. Contract cu Stațiunea de cercetări agricole Turda, pe perioada 1970-1975.
111. MORAR, R., Progresul tehnic și modernizarea agriculturii socialiste. In: Buletinul științific al Institutului agronomic "Dr.Petru Groza" Cluj, 1972, p. 5-12.

112. MORAR, R., Progresul tehnic și conducerea științifică a economiei. Buletinul I.M.F. Cluj-Napoca, 1971, p.5-12.
113. MORARIU, V.V., The Silica-Water interference (A Nuclear Magnetic Resonance Study with Isothermal Adsorption and Differential Thermal Analysis as Auxiliary Techniques) A Thesis submitted to The Australian National University for the degree of Doktor of Philosophy. September, 1972.
114. MORARU, D., ș.a., Detection des dégradations produites par des décharges partielles pour des types d'isolation papier-huile. In: CIGRE, 1970, rap. 15-05.
115. MURR, L.E., Plant Physiology in simulated Geoelectric and Geomagnetic Fields. Advancing Frontiers of Plant Science 15: 97-120, 1966.
116. MUTSCHALL, V., Biological Effects of Magnetic Fields Foreign Sci. Bull. 5(2), 1969, pp. 13-26.
117. NELSON, S.O., and WALKER, E.R., Effects of Radio-Frequency Electrical seed treatment. Agricultural Engineering 42: (12) 688-691, 1961.
118. NELSON, S.O., STETSON, L.E., WORKS, D.W., Hord-seed reduction in Alfalfa by Infrared and Radiofrequency Electrical Treatments. Trans. ASAE, 1968, 11, Nr.5, 728-730.
119. NELSON, S.O., Electrical Properties of Agricultural Products - A Critical Review, Transactions of the ASAE, 1973, vol.16, Nr. 2, p. 384-396.
120. NELSON, S.O., Microwave Dielectric Properties of Grain and Seed, Transactions of the ASAE, 1973, vol.16, Nr.5, p. 902-905.
121. NELSON, S.O., Dielectric Properties of Grain and Seed in the 1 to 50 MHz range. Transactions of the ASAE, 8:(1) 38-48, 1965.
122. NELSON, S.O., Soderholm, L.H., and YUNG, F.D. Determining the Dielectric Properties of Grain, AGRICULTURAL ENGINEERING, 34:(9), 608-619, 1953.



123. NELSON, O.S., Electrical Properties of Agricultural Products - A Critical Review, Transactions of the ASAE, vol.15, Nr.2, p. 384-400, 1973.
124. NENITESCU, C.D., Chimie generală, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1972, p. 617.
125. NENITESCU, C.D., Chimie generală, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1972, p. 284-287.
126. OKAMOTO, H., Mag. Jap., 68, 799, 1-13 după Peaceful Uses of Atom. Energy, 1955.
127. OKULOVA, V.A. Obobscennie rezultatı mnogoletnih issledovaniı po vıliania parametrov elektricescogo polia na urojai zerna v riade pocolenii. Tr. Celiabinsk. in-TA mehanizm. i elektrific. S.-H., 1972, vıp.61, 179-187.
128. PATACHI, N., Măsurarea parametrilor bobinelor și condensatoarelor, în regim nearmonic, printr-o metodă de rezonanță pe toate armonicile, cu aplicație la măsurarea unor parametri statici ai mașinilor și motoarelor electrice. Teză de doctorat, I.P.Timișoara, 1971.
129. PATACHI, N., MORAR, R., ș.a., Memorator de măsuri electrice, vol.I, Editura Dacia, 1979.
130. PATACHI, N., MORAR, R., ș.a., Memorator de măsuri electrice, vol.II, Editura Dacia, 1974.
131. PASCALAU, M., BLAGA, L., LUCIA BLAGA, CHIFU, A., Controlul purității apelor pentru analiza izotopică densimetrică prin măsurători de conductibilitate electrică, Studii și cercetări de fizică, 1960, I, p. 228-230, Ed. Academiei Republicii Populare Române.
132. PECH, L.J., Atti del primo Congresso Internazionale di Elettro-radio-Biologia, Bologna, I, 1284, 1935.
133. PETERSON, F., KENNELLY, A.E., Some physiological experiments with magnets at the Edison Laboratory, N.Y. med.J., 1892, 56, pp. 729-732.

134. PICCARDI, G. (1962), The Chemical Basis of Medical Climatology. Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, SUA.
135. PIRUZIAN, L.A., și alții, O mehanizme biologiceskogo deistvia postoiannîh magnitnîh polei, Izvestia Akademii Nauk, SSSP, Seria Biol. Nr.4, 1970, p.,535-539.
136. POP, I., Fizică moleculară și termodinamică, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1975, p. 16-19.
137. POP, I., NICOLESCU, V., Rezonanță nucleară în metale, Ed. Academiei R.S. România, București, 1973.
138. POP, I., ș.a., O metodă fizică de stimulare a germinăției și producției plantelor, Comunicări, Sesiunea I.A., Cluj-Napoca, octombrie 1975.
139. POPESCU, C., ANDRONESCU, E., Cîmpul electric și dezvoltarea plantelor. Bul. Inst. Politehnic, Iași, sec.6, 18, Nr.1-4, p. 52, 1972.
140. PRISACARU, V., HUTAN, C., IOACHIM, D., Utilizările energiei electrice, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1969, p. 414-425.
141. RASTORGIEV, I.L., GANIEV, I.A., Teploprovodnosti Jidcostei v postoiannom elektriceskom pole, Elektronnaia obrabotka materialov, Nr. 1(13), 64, 1967.
142. RADULET, R., Bazele teoretice ale electrotehnicii, vol. II, Ed. Energetică de stat, București, 1954.
143. RADULESCU, E., ș.a., Tratat de fitopatologie agricolă, vol.II, București, 1969, p. 201.
144. RENNE, V.T., Elektrotehnicieskie materialî, str. 22-25, L.P.I., Leningrad, 1973.
145. RENNE, V.T., Elektriceskie kondensatorî, Energia, Leningrad, 1969, p. 592.
146. RICCIONI, B. The Electrical Tratament of Grain Seeds "System Riccioni" of the Laboratory for practical Agriculture. în (13) III.

147. RUBTOV, P.A., și alții, *Primenenie electriceskoj energii v seliskom hoziaistve*. Izd. "Kolos" Moskva, 1971, p.350.
148. RUMSISKI, L.Z., *Prelucrarea matematică a datelor experimentale*, Ed. Tehnică, București, 1974, p. 61-77.
149. SAHLEANU, V., *Biofizica*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1966, p. 322-328.
150. SCHMIDT, E., LEIDENFROST, W., *Forsch. Geb. Ingenieurwesen*, 19, Nr.3, 1953.
151. SERACIN, E., *Utilaj electromecanic al întreprinderilor industriale*. Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1973.
152. SIMION, E., *Electrotehnică*, Litografia I.P.Cluj-Napoca, 1971.
153. SMIRNOVA, I.S., TIUTIUNNIKOVA, V.A., KOJEVNIKOVA, N.F., KOTLIAROV, M.V., *Stimulația rosta și dezvoltarea plantelor în condițiile prelucrării mecanice a semințelor în câmp electric (50 Hz)* Naucn. TR. po Elektrific. S.H. Vses. N.I. i-NT. Elektrific, S.H., 1968, 22, 67-92.
154. SMIRNOV, G.V., *Vlianie Elektriceskogo polia na rost, razvitie i urojaj zernovih kultur*. TR. Celiab. in-TA Mehaniz. i Elektrific, S.H., 1969, Vîp.41, 92-97.
155. SPARMMAN, B.A., *Electro. Mag. Rad.*, Acta Chem. Scand, 1957.
156. SSAWASTIN, P.W., *Magnetic growth reactions in plants* Planta, 12, 1930, pp. 327-330.
157. STEATSON, L.E., and NELSON, S.O., *A method for determining dielectric properties of grain and seed in the 200 - to 500 MHz range*. Transactions of the ASEA, 13:(4) 1970.
158. STOICA, M., *Materiale electroizolante*, Curs de specializare, MICM - ICPE, 1972, p. 31.
159. SZABO - B. NAGY, *Novel instrument for Dielectric Measurements with Applications to Chemical Analysis*, Journal of Scientific Instruments, London, 39/414/1962.

160. SZABO - B.NAGY, Dielectric Methods of Multicomponent System. Acta Chimica Hung. 49/27/1961.
161. SIROTINSCHI, L.I., Hochspannungstechnik, VEB Verlag technik, Berlin, 1965, p. 98-99, 214-216.
162. TAMM, I., Bazele teoriei electricității, Ed. Tehnică, București, 1957.
163. TARBEV, B., Physics of Dielectric Materials, Mir Publishers, Moscow, 1975, p. 162.
164. TARUSKIN, V.I., BAJENOV, I.U.I., Napriajennosti orientatii semian kak priznak delimosti smesei. Mehaniz. i Elektrific. S.S.H., 1974, Nr. 9, 13-15.
165. TIMOTIN, A., HORTOPAN, V., Lecții de bazele electrotehnicii, vol. I, II, Ed. Didactică și pedagogică, București, 1962.
166. TIWARI, P.N., GAMBHIR, P.N., and PAJAN, T.S., Nuclear Research Laboratory, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India. Rapid and Nondestructive Determination of Seed Oil by Pulsed Nuclear Magnetic Resonance Technique. Journal of the American Oil Chemists' Society, vol. 51, p. 104-109, March, 1974.
167. TOROPTEV, I.B., GARGANEV, G.P., Voprosi gematologii, radiobiologii i biologhiceskogo deistviih magnitnih polei, L. 1965, p. 345.
168. TUDOR, M., IOANA, I., Efectele tratamentului cu ultrasunete la floarea soarelui manifestate în cursul dezvoltării plantelor, Analele Universității din Craiova, vol. IV (XIV), Editura Ceres, 1972.
169. TUDOR, C. MARIN, Efectele tratamentului cu ultrasunete la două plante de cultură mare cu perioade de vegetație comparabile, Rezumatul tezei de doctorat, Facultatea de fizică, Universitatea din București, 1973.
170. VAZDAUTEANU, V., Utilizările energiei electrice, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1968.

171. ZSCHUNKE, A., Kernmagnetische Resonanzspektroskopie in der organischen Chemie. Akademie-Verlag-Berlin, 1971, p. 4-12.
172. WHEATON, FRED, W., LOVELY WALTER G., BOCKHOP CLARANCE W. Effects of static and 60-Hertz electric Fields on germination rate of corn and soybeans. Transactions ASAE, 1971, 14, Nr.2, 339-342.
173. x x x Manualul inginerului, vol. I, Electricitate. Electrotehnică. Electronică, Ed. Tehnică, p. 370-3071, 1965, București.
174. x x x E 9-4, Izmeriteli dobrotnosti, tehniceskije opisaniie i instructia po exploatații, str. 22-25, M., 1974.
175. x x x Prospectul spectometrului - BRUKER Pulse Spectrometer Manual.
176. x x x Prospect mini SPEC p. 20 (Automated Miniature Pulsed NMR Spectrometer) BRUKER.
177. x x x Publicația - C.E.I.- 970, 1968, Mesurs des Decharges Partielles.

C U P R I N S

	Pag.
CAP.1. INTRODUCERE . . . . .	1
CAP.2. INFLUENTE ALE CIMPURILOR ELECTROMAGNETICE ASUPRA PROCESELOR BIOLOGICE . . . . .	5
2.1. Scurt istoric . . . . .	5
2.2. Influențe ale câmpului magnetic . . . . .	6
2.2.1. Prezentare generală . . . . .	6
2.2.2. Câmpul magnetic și influența sa asupra moleculelor, celulelor și suturilor . . . . .	7
2.2.3. Câmpul magnetic și organismele vii	7
2.2.4. Câmpul magnetic și influența sa asupra plantelor . . . . .	8
2.3. Influențe ale câmpului electric asupra plantelor (semințelor). . . . .	10
2.3.1. Prezentare generală . . . . .	10
2.3.2. Câmpul electric continuu . . . . .	11
2.3.3. Câmpul electric alternativ . . . . .	12
2.4. Influențe ale câmpului ultrasonor, a ra- diațiilor ionizante . . . . .	13
CAP.3. INFLUENTA CIMPURILOR ELECTROMAGNETICE ASUPRA SEMINTELOR . . . . .	15
3.1. Ipoteze . . . . .	15
3.1.1. Ipoteze consemnate de literatură . . . . .	15
3.1.2. Noi ipoteze privind influența câmpu- lui electromagnetic asupra semințelor	18
CAP.4. INFLUENTE ALE CIMPURILOR ELECTROMAGNETICE ASUPRA UNOR PARAMETRI FIZICI SI CHIMICI AI APEI SI SOLUTIILOR APOASE . . . . .	21
4.1. Prezentare generală . . . . .	21
4.2. Determinarea influenței câmpului electro- magnetic asupra $tg\delta$ , conductanței (G), capacității (C) apei și ale unor soluții apoase . . . . .	22
4.2.1. Aparatura folosită pentru măsurarea conductanței (G) și capacității (C)	22

	Pag.
4.2.2. Rezultate experimentale . . . . .	25
4.2.2.1. Dependența conductanței (G), a capacității (C), $\text{tg } \delta$ de inten- sitatea câmpului electric și de durata de acțiune a acestuia . . . . .	25
4.2.2.2. Dependența conductanței, a ca- pacității, $\text{tg } \delta$ apei bidistilate și a suspensiei $\text{SiO}_2$ tratate, de timpul de păstrare, după tratate . . . . .	26
4.2.2.3. Dependența curentului (I) de intensitatea câmpului (E) și de durata (t) de acțiune a câmpului electromagnetic . . . . .	28
4.4. Influența câmpului electromagnetic asupra con- ductivității electrice a apei . . . . .	30
4.5. Influența câmpului electromagnetic asupra pH-ului apei . . . . .	33
4.6. Câmpul electromagnetic și generarea ozonului ( $\text{O}_3$ )	39
<b>CAP.5. INFLUENȚA CÂMPULUI ELECTROMAGNETIC ASUPRA CONSTANTEI DIELECTRICE (<math>\epsilon</math>) ȘI <math>\text{tg } \delta</math> A MASEI DE SEMINTE . . . . .</b>	<b>43</b>
5.1. Prezentare generală și alegerea eșantioanelor . . . . .	43
5.2. Aparatura folosită . . . . .	45
5.3. Măsurarea constantei dielectrice $\epsilon$ , a $\text{tg } \delta$ a masei de semințe la frecvența de 1000 Hz . . . . .	48
5.4. Măsurarea constantei dielectrice $\epsilon$ și a $\text{tg } \delta$ ma- sei de semințe la frecvențele de 60, 200 kHz și 5, 12 MHz . . . . .	51
5.5. Dependența constantei dielectrice a capacității și $\text{tg } \delta$ a masei de semințe de temperatură, mă- surată la frecvența de 1000 Hz . . . . .	58
<b>CAP.6. STUDIUL TIMPILOR DE RELAXARE MAGNETICĂ NUCLEARĂ (<math>T_1</math>, <math>T_2</math>) A SEMINTELOR . . . . .</b>	<b>62</b>
6.1. Motivare și prezentarea generală . . . . .	62
6.2. Timpul de relaxare spin-rețea ( $T_1$ ) și determi- narea lui . . . . .	66
6.3. Timpul de relaxare spin-spin ( $T_2$ ) . . . . .	67
6.4. Principii constructive și de funcționare a spectro- metrului pulsant S X P - BRUKER . . . . .	69

	Pag.
6.5. Rezultate experimentale . . . . .	71
6.6. Prelucrarea și interpretarea datelor spectro- metrice . . . . .	74
CAP.7. SIMULAREA PROCESULUI TRATĂRII SEMINTELOR ÎN CÂMPUL ELECTROMAGNETIC; EVIDENȚIEREA PE ACEASTA CALE A OPTIMULUI DE TRATARE ȘI A PRINCIPALILOR PARAMETRI AI CÂMPULUI . . . . .	83
7.1. Dielectricul masa de semințe în câmpul elec- tromagnetic . . . . .	83
7.2. Descărcări parțiale . . . . .	91
7.3. Simularea procesului tratării semințelor și aparatura folosită . . . . .	93
7.4. Dependența caracteristicilor masei de se- mințe de intensitatea și timpul de acțiune al câmpului electromagnetic . . . . .	103
7.4.1. Alegerea eșantioanelor de semințe . . . . .	103
7.4.2. Calculul parametrilor masei semințe- lor prin simularea procesului tra- tării în câmp electromagnetic . . . . .	105
7.4.3. Dependența rezistenței ( $R_x$ ), a $\text{tg} \delta$ , a constantelor dielectrice ( $\epsilon, \epsilon', \epsilon''$ ), a masei de semințe de parametrii tra- tării în câmpul electromagnetic. . . . .	107
7.4.3.1. Dependența rezistenței ( $R_x$ ), a $\text{tg} \delta$ , masei de semințe de intensitatea câmpului elec- tric la un timp constant de tratate . . . . .	107
7.4.3.2. Dependența constantei dielec- trice ( $\epsilon$ ) a componentelor sale $\epsilon'$ și $\epsilon''$ de intensitatea (E) a câmpului, de timpul de expune- re (t) și de umiditatea semin- țelor $\epsilon, \epsilon', \epsilon'' = f(U, t, W)$ . . . . .	117
7.4.4. Dependența numărului de descărcări par- țiale (n), a puterii prin descărcări parțiale ( $P_{DP}$ ) în masa de semințe de intensitatea (E) a câmpului electric și de timpul de tratate . . . . .	120



	Pag.
7.4.4.1. Dependența numărului de descărcări parțiale (n) de tensiunea (U) și intensitatea câmpului electric (E), la un timp (t) constant de acțiune (t = 30 sec.) . . . . .	120
7.4.4.2. Dependența puterii prin descărcări parțiale ( $P_{DP}$ ) de intensitatea (E) și de timpul de acțiune al câmpului electric . . . . .	131
<b>CAP.8. REZULTATE EXPERIMENTALE PRIVIND INFLUENȚA CÂMPULUI ELECTROMAGNETIC ASUPRA GERMINAȚIEI SEMINTELOR ȘI PRODUCȚIEI PLANTELOR CEREALIERE ȘI LEGUMINOASE</b>	<b>133</b>
8.1. Metodologia experimentării . . . . .	133
8.2. Influența câmpului electromagnetic asupra germinăției și producției unor soiuri de porumb	134
8.2.1. Influența câmpului electromagnetic asupra germinăției semințelor și a masei plantelor de porumb HS-105 . . . . .	134
8.2.2. Influența parametrilor tratării electromagnetice asupra energiei germinative, a numărului de coleoptile ale semințelor de grâu și porumb . . . . .	138
8.2.3. Durata efectului de stimul al energiei germinative a semințelor de porumb tratate în câmpul electromagnetic . . . . .	141
8.2.4. Influența câmpului electromagnetic asupra producției de porumb . . . . .	142
8.3. Influența câmpului electromagnetic asupra unor soiuri de grâu . . . . .	142
8.4. Acțiunea câmpului electromagnetic asupra citorva specii de leguminoase pentru boabe: soia (Soia hyspida) și fasole (Faseolus vulgaris)	144
8.5. Influența îngrășămintelor minerale tratate în câmpul electromagnetic, asupra dezvoltării și producției plantelor de ovăz, porumb și soia .	146
8.6. Influența câmpului electromagnetic asupra germinăției semințelor și a comportării în timpul vegetației a unor plante legumicole . . . . .	152

	Pag.
8.6.1. Organizarea experimentării . . . . .	152
8.6.2. Rezultatele experimentale și discutarea lor . . . . .	153
8.6.3. Ilustrarea procesului diviziunii celulare în radiculele embrionare ale semințelor de orz . . . . .	157
CAP.9. NOI DOMENII DE UTILIZARE A ENERGIEI CIMPULUI ELECTROMAGNETIC - COMBATEREA UNOR BOLI CE SE TRANSMIT PRIN SEMINTELE PLANTELOR . . . . .	160
9.1. Considerațiuni generale . . . . .	160
9.2. Procedeu și instalație pentru combaterea unor boli ce se transmit prin semințele plantelor . . . . .	161
9.3. Rezultate experimentale privind influența câmpului electromagnetic în combaterea unor boli și creșterea producției plantelor . . . . .	162
CAP.10. INSTALAȚIE DE LABORATOR PENTRU TRATAREA ELECTROMAGNETICA A MEDIILOR LICHIDE SI A SEMINTELOR. ESTIMAREA PRINCIPALILOR PARAMETRI AI PROCESULUI DE TRATARE A SEMINTELOR . . . . .	165
10.1. Instalație de laborator . . . . .	165
10.2. Tipuri de condensatoare sau celule de tratare . . . . .	167
10.3. Estimarea principalilor parametri necesari proiectării unei instalații pentru tratarea semințelor . . . . .	169
10.4. Estimarea eficienței economice a tratării semințelor în câmpul electromagnetic . . . . .	170
CAP.11. CONCLUZII . . . . .	173
11.1. Influența câmpului electromagnetic asupra unor parametri fizici, chimici, nucleari ai mediilor supuse tratării . . . . .	173
BIBLIOGRAFIE . . . . .	180